



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
BEZMİÂLEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**FARKLI PÜRÜZLENDİRME TEKNİKLERİNİN BRAKET
ÇEVRESİNDE MİNE DEMİNERALİZASYONU OLUŞTURMA
ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Yasemin AYDIN ÖZÇOBAN

Ortodonti Anabilim Dalı

DANIŞMAN

Prof. Dr. Serdar ÜŞÜMEZ

İSTANBUL-2016

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
BEZMİALEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**FARKLI PÜRÜZLENDİRME TEKNİKLERİNİN BRAKET
ÇEVRESİNDE MİNE DEMİNERALİZASYONU OLUŞTURMA
ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Yasemin AYDIN ÖZÇOBAN

Ortodonti Anabilim Dalı

DANIŞMAN

Prof. Dr. Serdar ÜŞÜMEZ

Bu araştırma Bezmialem Vakıf Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimi tarafından desteklenmiştir.

İstanbul, Mart 2016

TEZ ONAY FORMU

Kurum: Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Programın seviyesi: Yüksek Lisans () Uzmanlık (✓) Doktora ()

Anabilim Dalı: Ortodonti Anabilim Dalı

Tez Sahibi: Yasemin AYDIN ÖZÇOBAN

Tez Başlığı: FARKLI PÜRÜZLENDİRME TEKNİKLERİNİN BRAKET ÇEVRESİNDE MİNE DEMİNERALİZASYONU OLUŞTURMA ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

ASİL JÜRİ ÜYELERİ:

Jüri Bşk. (Danışman)

Prof. Dr. Serdar ÜŞÜMEZ

Bezmialem Vakıf Üniversitesi

Üye

Prof. Dr. Zeynep Ahu ACAR

Marmara Üniversitesi

Üye

Prof. Dr. Aslıhan ÜŞÜMEZ


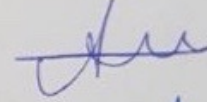
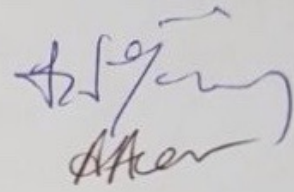
Bezmialem Vakıf Üniversitesi

Üye

Yrd. Doç. Dr. Sertaç AKSAKALLI

Bezmialem Vakıf Üniversitesi

İmza



YEDEK JÜRİ ÜYELERİ:

Üye

Doç. Dr. Oral SÖKÜCÜ

Gaziantep Üniversitesi

Üye

Yrd. Doç. Dr. Muhammet BİRLİK

Bezmialem Vakıf Üniversitesi

THESIS APPROVAL FORM

Institute: Bezmialem Vakif University, Faculty of Dentistry

Level of Programme: Master of Science () Specialisation (✓) Doctorate ()

Department: Department of Orthodontics

Student: Yasemin AYDIN OZCOBAN

Title of the Thesis: COMPARISON OF ENAMEL DEMINERALIZATION AROUND
ORTHODONTIC BRACKETS WITH DIFFERENT ETCHING TECHNIQUES

PRINCIPAL JURY MEMBERS:

President of the Jury (Supervisor): Prof. Dr. Serdar USUMEZ
Bezmialem Vakif University

Member: Prof. Dr. Zeynep Ahu ACAR
Marmara University

Member: Prof. Dr. Aslihan USUMEZ
Bezmialem Vakif University

Member: Assist. Prof. Sertac AKSAKALLI
Bezmialem Vakif University

Signature

SUBSTITUTE JURY MEMBERS:

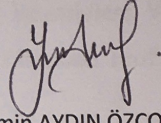
Member: Assoc. Prof. Oral SOKUCU
Gaziantep University

Member: Assist. Prof. Muhammet BIRLIK
Bezmialem Vakif University

BEYAN

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

İmza:



Yasemin AYDIN ÖZÇOBAN

Tarih: 28/03/2016

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince, tezimin her aşamasında büyük bir sabır ve titizlikle bana yardımcı olan ve yol gösteren; her konuda anlayış ve hoşgörüsüyle desteğini hissettiğim danışman hocam Prof. Dr. Serdar ÜŞÜMEZ'e,

Lazer konusunda teorik ve pratik anlamda tüm bilgilerini benimle paylaşan, lazer cihazını kullanma olanağı sağlayan ve yardımlarını benden esirgemeyen Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Aslıhan ÜŞÜMEZ'e,

QLF cihazlarını kullanabilmem için imkan tanıyan ve analiz süresince gerekli ortamı sağlayan Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Başkanı Yrd. Doç. Dr. Abdullah EKİZER'e,

Uzmanlık tezi laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen ve büyük emeği geçen Bezmialem Vakıf Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dekan Yardımcısı Doç. Dr. Ş. Evrim TEKKELİ ve Arş. Gör. Mustafa Volkan KIZILTAŞ'a,

Eğitim sürecimde kendilerinden çok şey öğrendiğim Bezmialem Vakıf Üniversitesi Ortodonti Anabilim Dalı öğretim üyeleri Doç. Dr. Sabri İlhan RAMOĞLU'na, Yrd. Doç. Dr. Sertaç AKSAKALLI'ya, Yrd. Doç. Dr. Muhammet BİRLİK'e, Yrd. Doç. Dr. Berza YILMAZ'a ve Dr. Hilal KARAMEHMETOĞLU YILANCI'ya,

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam sırasında desteklerinden dolayı ve bir arada çalışmaktan mutluluk duyduğum çok değerli arkadaşlarım Dt. Eyüp CİHAN, Dt. Merve SUCU başta olmak üzere tüm asistan arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca her konuda ilgi, destek ve sevgilerini hissettiğim; her zaman yanımda olan, beni en iyi koşullarda büyütüp yetiştiren, teşekkürlerin yetersiz kalacağı başta annem Halime AYDIN olmak üzere canım aileme,

Ortak bir hayatı paylaşmaktan mutluluk duyduğum, tezimin her aşamasında sabır, anlayış ve özveriyle hep yanımda ve yardımcı olan sevgili eşim Dt. Burak ÖZÇOBAN'a

Sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Yasemin AYDIN ÖZÇOBAN

ÖZET

Ortodontik tedavi sırasında braket çevresinde gözlenen demineralizasyon alanları ortodonti uzmanlarını önemli ölçüde ilgilendirmektedir. Çünkü sabit ortodontik apareylere komşu mine yüzeyinde oluşabilecek demineralizasyon hem hasta hem de hekim için tedavinin başarısını gölgeleyen estetik problemlere yol açabilmektedir. Yeni tanıtilen Er:YAG lazer el aleti olan X-runner, pürüzlendirilen mine yüzeyini boyut, şekil ve derinlik açısından dijital olarak kontrol edebilme özelliği sayesinde benzersizdir. Bu çalışmada dört farklı pürüzlendirme tekniği kullanılarak yapıştırılan braketlerin çevresinde mine demineralizasyonu oluşma potansiyeli değerlendirilmiştir.

Araştırmamızda, 100 adet küçük azı dişi dört eşit gruba ayrılmıştır ve şu tedaviler uygulanmıştır: Grup 1 Total Etch, asit ile pürüzlendirme; Grup 2 Self Etch, kendinden asitli primer uygulaması; Grup 3 Lazer M, Er:YAG lazer ile manuel pürüzlendirme; Grup 4 Lazer X, Er:YAG lazer ile X-runner el aleti kullanılarak pürüzlendirme. Braketlerin yerleştirilmesinden sonra, dişler 14 günlük demineralizasyon-remineralizasyon siklusuna tabi tutulmuşlardır. Solüsyonlar ağız içi tükürük akışını taklit etmek amacıyla hergün yenilenmiştir. Dişler her bir siklus arasında mekanik abrazyonu taklit etmek amacıyla elde yumuşak bir fırça ile 30 sn. fırçalanmıştır. Mine yüzeyindeki mineral kaybı Quantitative Light-Induced Fluorescence (Kantitatif Işık Etkili Floresans, QLF) cihazı ile değerlendirilmiştir. QLF analizi sonucunda ΔF , ΔF max, ΔQ ve Area olmak üzere dört farklı parametre elde edilmiştir. Parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında Kruskal Wallis test, farklılığa neden olan grubun tespitinde ise Mann Whitney U test kullanılmıştır.

QLF analizi sonuçlarının istatistik değerlendirmelerine göre dört farklı parametre açısından gruplar arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p < 0,01$). Asit ile pürüzlendirme grubunda diğer gruplara göre braket çevresinde anlamlı derecede daha fazla demineralizasyon gözlenmiştir ($p < 0,01$). X-runner Er:YAG lazer grubunun demineralizasyon değerleri manuel Er:YAG lazer grubundan anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p < 0,05$). Diğer gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Mevcut çalışmanın limitasyonları dahilinde pürüzlendirme işleminde Er:YAG lazerin X-runner el aleti ile uygulanmasının in vitro koşullarda braket çevresinde demineralizasyonu azaltan en iyi pürüzlendirme prosedürü olduğu düşünülmektedir.

Anahtar sözcükler: Er:YAG lazer, Kantitatif Işık Etkili Floresans (QLF), Mine demineralizasyonu, Mine pürüzlendirmesi, X-runner.

ABSTRACT

COMPARISON OF ENAMEL DEMINERALIZATION AROUND ORTHODONTIC BRACKETS WITH DIFFERENT ETCHING TECHNIQUES

Demineralization areas around the brackets observed during orthodontic treatment are of great interest for the orthodontist as demineralization of enamel adjacent to fixed orthodontic appliances can be an esthetic problem for the patient, as well as a problem for the doctor that overshadows the success of the treatment. A new Er:YAG laser handpiece (X-runner) is unique in its ability to digitally control size, shape and depth of irradiated enamel area. This study evaluated the enamel demineralization around brackets bonded following different etching techniques.

In this study, total of 100 premolars were divided into four equal groups and received the following treatments: Group 1 Total Etch, acid etching; Group 2 Self Etch, self-etching; Group 3 Lazer M, manual Er:YAG laser etching; Group 4 Lazer X, Er:YAG laser etching with X-Runner handpiece. After placing the brackets, the teeth were cycled through a demineralization-remineralization procedure for 14 days. The solutions were changed daily in order to simulate the saliva flow in the mouth. The teeth were brushed manually with a soft-bristled toothbrush for 30 seconds between each cycle to simulate mechanical wear. The mineral loss on the enamel surface was assessed using Quantitative Light-Induced Fluorescence (QLF). As a result of analysis of QLF four different parameters including ΔF , ΔF max, ΔQ and Area were obtained. Kruskal Wallis test was used for comparisons of parameters between groups. Mann Whitney U test was used in the determination of the group that caused the differences.

According to statistical evaluation of the results of QLF analysis there were significant differences among groups for four different parameters ($p < 0.01$). In acid-etch group enamel demineralization around the brackets was significantly higher compared to other experimental groups ($p < 0.01$). Furthermore, demineralization observed in X-runner group was significantly lower compared to manual Er:YAG laser group ($p < 0.05$). There were no significant differences between other groups ($p > 0.05$).

Within the limitations of this study, Er:YAG laser etching with X-runner handpiece was considered to be favorable for prevention of enamel demineralization in vitro.

Key words: Enamel demineralization, Enamel etching, Er:YAG laser, Quantitative Light-Induced Fluorescence (QLF), X-runner.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
GRAFİKLER DİZİNİ.....	x
RESİMLER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Mine Yüzeyinin Pürüzlendirilmesi.....	3
2.1.1. Asit ile pürüzlendirme.....	3
2.1.2. Kumlama yöntemi.....	4
2.1.3. Self-etch adeziv sistemler.....	4
2.1.4. Lazer ile pürüzlendirme.....	5
<i>X-runner</i>	8
2.2. Beyaz Nokta Lezyonu.....	8
2.2.1. Beyaz nokta lezyonunun tanımı.....	8
2.2.2. Ortodontik tedavinin beyaz nokta lezyonlarının oluşumuna etkisi.....	10
2.2.3. Beyaz nokta lezyonlarının teşhis yöntemleri.....	13
<i>Görsel yöntem</i>	13
<i>Ayna-sond ile muayene</i>	13
<i>Radyografik yöntem</i>	13
<i>Direkt dijital radyografi</i>	13
<i>Elektriksel iletkenlik ölçümü</i>	14

<i>Fiber optik transillüminasyon (FOTI)</i>	14
<i>Ultrasonik görüntüleme sistemi (Sonografi)</i>	15
<i>Alternatif akım empedans spektroskopisi</i>	15
<i>Lazer floresans</i>	15
<i>Kantitatif ışık etkili floresans (QLF)</i>	16
2.2.4. Beyaz nokta lezyonu oluşumunun önlenmesi.....	18
<i>Hasta eğitimi</i>	18
<i>Günlük florür uygulamaları</i>	19
<i>Rezin örtücüler</i>	20
<i>Vernikler</i>	21
<i>Florür içeren elastik ligatürler</i>	21
<i>Antibakteriyel uygulamalar</i>	21
<i>Argon lazer kullanımı</i>	22
<i>Hekime bağlı faktörler</i>	23
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	25
3.1. Çalışmada Kullanılan Dişler.....	25
3.2. Dişlerin Saklanma Koşulları.....	25
3.3. Akrilik Blokların Hazırlanması.....	26
3.4. Çalışmada Kullanılan Braket.....	26
3.5. Mine Yüzeyinin Pürüzlendirilmesinde Kullanılan Materyal ve Cihazlar.....	27
3.5.1. Ortofosforik asit grubu (Asit).....	28
3.5.2. Self-etch grubu (Self-Etch).....	28
3.5.3. Er:YAG lazer grubu (Lazer M).....	29
3.5.4. X-runner grubu (Lazer X).....	31
3.6. Çalışmada Kullanılan Yapıştırıcı.....	32
3.7. Çalışmada Kullanılan Işık Kaynağı.....	33
3.8. Braketlerin Yapıştırılması.....	33
3.9. Demineralizasyon-Remineralizasyon Siklusu (pH Siklusu).....	34
3.9.1. Siklusta kullanılan solüsyonlar ve içerikleri.....	35
3.10. QLF Analizi.....	37
3.11. İstatistiksel Değerlendirme.....	39
4. BULGULAR.....	40

5. TARTIŞMA.....	44
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	57
KAYNAKLAR.....	58
ÖZGEÇMİŞ.....	79



SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

Ark.	: Arkadaşları
BNL	: Beyaz nokta lezyonu
Bis-EMA	: Bis-etilen glikol dimetakrilat
Bis-GMA	: Bisfenol glisidil dimetakrilat
Ca	: Kalsiyum
CaCl₂	: Kalsiyum klorür
CCD	: Charge coupled device
cm²	: Santimetrekare
CO₂	: Karbondioksit
DELFL	: Dye-enhanced laser fluorescence (Boya ile güçlendirilmiş lazer floresans)
ΔF	: Floresanstaki yüzde olarak ortalama değişim miktarı
ΔF max	: Lezyon sınırları içindeki yüzde olarak en yüksek floresans değişim miktarı
ΔQ	: Floresanstaki ortalama değişim miktarının lezyon alanı ile çarpılması
°C	: Derece Celsius
DIFOTI	: Dijital fiber optik transillüminasyon
ECM	: Electronic Caries Monitor
Er,Cr:YSGG	: Erbium, Chromium: Yttrium - Scandium - Gallium - Garnet
Er:YAG	: Erbium: Yttrium - Aluminium - Garnet
F	: Flor
FOTI	: Fiber optik transillüminasyon
H₃PO₄	: Fosforik asit
Hz	: Hertz
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
M	: Molar
mg	: Miligram
Mg	: Magnezyum

MHz	: Megahertz
mJ	: Milijoule
ml	: Mililitre
mM	: Milimolar
MPa	: Megapascal
MSP	: Medium Short Pulse
µs	: Mikrosaniye
mW	: Miliwatt
Na	: Sodyum
NaH₂PO₄	: Sodyum dihidrojen fosfat
NaOH	: Sodyum hidroksit
nm	: Nanometre
P	: Fosfor
pH	: Power of hydrogen
PO₄	: Fosfat
ppm	: Parts per million
px	: Pixel
QLF	: Quantitative Light-Induced Fluorescence (Kantitatif Işık Etkili Floresans)
QSP	: Quantum Square Pulse
SEM	: Scanning electron microscope (Taramalı elektron mikroskobu)
SEP	: Self etch primer
SLR	: Single lens reflex
S. mutans	: Streptococcus mutans
sn.	: Saniye
SnF₂	: Kalay florür
W	: Watt

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Gruplara göre sonuçların değerlendirilmesi



GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 1. Gruplar arası ΔF sonuçlarının değerlendirilmesi

Grafik 2. Gruplar arası ΔF max sonuçlarının değerlendirilmesi

Grafik 3. Gruplar arası ΔQ sonuçlarının değerlendirilmesi

Grafik 4. Gruplar arası Area sonuçlarının değerlendirilmesi



RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. Akrilik bloğa gömülü örnek

Resim 2. Çalışmamızda kullanılan Mini Master (AO) braket seti

Resim 3. Çalışmamızda kullanılan pomza

Resim 4. Çalışmamızda kullanılan likit form ortofosforik asit

Resim 5. Çalışmamızda kullanılan kendinden asitli primer

Resim 6. Çalışmamızda kullanılan Er:YAG lazer

Resim 7. Çalışmamızda kullanılan Er:YAG lazer değerleri

Resim 8. Çalışmamızda kullanılan X-runner el parçası

Resim 9. X-runner grubunda standardizasyon amaçlı oluşturulan düzenek

Resim 10. Çalışmamızda kullanılan X-runner değerleri a. Güç değerleri, b. Alan değerleri

Resim 11. Çalışmamızda kullanılan yapıştırıcı

Resim 12. Çalışmamızda kullanılan ışık kaynağı

Resim 13. Çalışmamızda örneklerin içerisinde bekletildiği etüv cihazı

Resim 14. Örneklerin fırçalanmasında kullanılan diş fırçası

Resim 15. Çalışmamızda kullanılan demineralizasyon solüsyonunu hazırlamak için kullanılan kimyasallar

Resim 16. Çalışmamızda kullanılan remineralizasyon solüsyonunu hazırlamak için kullanılan kimyasallar

Resim 17. QLF-D Biluminator 2,60 mm makro lensli Single Lens Reflex (SLR) kamera ve biluminatör görüntüsü a. Önden görünüş, b. Yandan görünüş

Resim 18. QLF görüntüleri oluşturulurken örneklerin yerleştirileceği alanın belirlenmesi

Resim 19. QLF analiz aşamaları **a.** Örnekten elde edilen QLF kamera görüntüsü **b.** Örnek üzerinde analizi istenilen bölgenin işaretlenmesi **c.** İlgili alandaki QLF analizi görüntüsü

Resim 20. QLF analizi yapılan örneğin sonuçlarının elde edildiği ekran görüntüsü

Resim 21. QLF analiz görüntüleri **a.** Total etch grubu **b.** Self etch grubu **c.** Lazer M grubu **d.** Lazer X grubu



1. GİRİŞ VE AMAÇ

Demineralizasyon, sabit ortodontik tedavi sırasında sıklıkla rastlanılan, hastada estetik problemler yaratırken, hekim için de yapılan tedavinin başarısını etkileyen, önemli bir tedavi komplikasyonudur. Mine dokusu üzerinde meydana gelen demineralizasyon alanları beyaz renkli, yaygın lezyonlar olarak teşhis edilirler. Bu lezyonlar, asit üreten karyojenik bakteriler tarafından oluşturulmakla birlikte oluşum sürecini etkileyen bazı dış faktörler de mevcuttur. Bu dış faktörlerden biri braketlerin yapıştırılması esnasında hekim tarafından pürüzlendirilen mine alanının büyüklüğü ve seçilen pürüzlendirme yöntemidir.

Teknoloji alanındaki ilerlemelerle birlikte lazer cihazlarının gelişmesi, lazerlerin ortodonti alanında kullanılmasına olanak sağlamıştır. Özellikle diş hareketini ve alveol kemik yapım sürecini hızlandırma, ortodontik kuvvet uygulamasını takiben duyulan ağrının azaltılması, braket yapıştırma prosedüründe mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi, seramik braketlerin söküm işlemi ve minenin demineralizasyona karşı direncinin artırılması ortodonti pratiğinde lazerlerin en yaygın kullanım alanlarıdır. [1]

Adeziv sistem uygulama prosedürü öncesinde minenin fosforik asit ile pürüzlendirilmesi braketlerin mine yüzeyine bağlanmasında altın standart olarak kabul edilmektedir. Ancak asit ile pürüzlendirme yönteminin minenin inorganik yapısını değiştirmesi ve çürük ataklarına karşı savunmasız bir yüzey meydana getirmesi özellikle ağız hijyeni yetersiz olan hastalarda beyaz nokta lezyonlarının oluşumuna sebep olmaktadır. [2-4]

Mine yüzeyinin pürüzlendirilmesinde lazerler, asit ile pürüzlendirmeye alternatif olarak denenmiştir. [5-19] Sabit ortodontik tedavi sırasında gözlenen braket çevresindeki beyaz nokta lezyonlarının kontrolsüz uygulanan asit ajanına bağlı olabileceği şüphesi, asit ile pürüzlendirme yönteminin teknik hassasiyet gerektirmesi, lazerin nem kontrolünün zor olduğu durumlarda uygulama kolaylığı sağlaması, ortodontistlerin braket yapıştırılması öncesi mine yüzeyinin pürüzlendirilmesinde lazeri tercih etme sebeplerindedir.

Özellikle de sabit ortodontik tedavi esnasında ağız hijyeni yetersiz hastalarda braket çevresinde oluşabilecek demineralizasyon riskini azaltan ve aynı zamanda klinik açıdan yeterli bağlanma dayanımı ihtiyacını da karşılayan, uygulanabilirliği kolay bir bonding

prosedürü hala tam olarak geliştirilememiştir.

Yapılan literatür incelemesinde, Er:YAG lazerlerin farklı güç ve farklı adeziv kombinasyonları ile birlikte uygulanarak demineralizasyona etkisini inceleyen çalışmaların olduğu gözlenmiştir. Ancak yeni geliştirilmiş olan X-runner el aleti ile birlikte uygulanan Er:YAG lazer pürüzlendirmenin, geleneksel pürüzlendirme yöntemleriyle karşılaştırılmalı olarak mine demineralizasyonuna etkisini inceleyen kapsamlı bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu çalışmanın amacı dört farklı pürüzlendirme tekniği uygulanarak yapıştırılan braketlerin çevresindeki mine yüzeylerinin deneysel olarak oluşturulan demineralizasyona karşı dirençlerinin değerlendirilmesidir.

Asit, kendinden asitli primer, Er:YAG lazer ve X-runner olmak üzere dört farklı pürüzlendirme yönteminin braket çevresi mine demineralizasyonuna etkisinin invaziv olmayan bir yöntem olan QLF cihazı ile değerlendirilmesi çalışmamızın özgünlüğünü ortaya koymaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

Modern ortodontik tedavi protokolünde en yaygın kullanılan yöntem dişlere sabit ataşmanlar ile kuvvet iletilmesidir. 1980'lere kadar bantlar olmaksızın diş yüzeylerine ataşmanların doğrudan yapıştırılması, yani direkt yapıştırma tekniği rutin olarak klinik uygulamalarda yer almamıştır. Bununla birlikte ataşmanların diş yüzeyinde asit kullanılarak bantlar olmaksızın yapıştırılabilmesi, yapıştırıcı ve braket sistemlerinin hızla gelişmesini sağlamış ve günümüzde bu uygulamanın en yaygın yöntem olmasını sağlamıştır. [20-23]

Konvansiyonel adeziv sistemler ortodontik braketleri mine dokusuna yapıştırma işlemi esnasında üç farklı ajan (mine pürüzlendirici, primer solüsyon ve adeziv rezin) kullanırlar. İşlem görmemiş mine yüzeyi hidrofobiktir ve sınırlı bir ıslanmaya sahiptir. Bu durum mine yüzeyine yapışma işlemini zorlaştırır. Bu nedenle mine yüzeyinin işlem öncesi hazırlanması başarılı bir yapışma sağlamak için gereklidir. Bu hazırlık sıklıkla çeşitli asitler kullanılarak mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi ile gerçekleşmektedir. [24]

2.1. Mine Yüzeyinin Pürüzlendirilmesi

2.1.1. Asit ile pürüzlendirme

Buonocore 1955 yılında, minenin %85 fosforik asit (H_3PO_4) ile 30 sn. pürüzlendirilmesi sonrası akrilik rezinlerin mine yüzeyine yeterli derecede bağlantısının sağlanabildiğini bildiren ilk kişi olmuştur. [25] 1965 yılında epoksi rezinlerin keşfedilmesiyle birlikte Newman [26] ortodontik materyalleri ilk kez direkt bonding ile uygulamış ve 1977 yılında Zachrisson [27], direkt bonding tekniğinin uygulandığı geniş bir grupta gerçekleştirilen tedavi sonuçlarını yayınlamıştır. Eskiden uygulanmakta olan bantlama tekniğine göre, günümüzde uygulanan direkt bonding tekniğinin birçok avantajı bulunmaktadır. Bunlar; estetiğin artırılması, tedavi sonrası bantların kalınlıkları sebebiyle oluşan boşlukların görülmemesi ve uygulama süresinin azaltılmasıdır. [28-30] Bununla birlikte direkt bonding tekniğinin; asitle pürüzlendirmeye bağlı mine kayıplarının oluşması, ağız hijyeni iyi olmayan hastalarda braketler etrafında demineralizasyon meydana gelmesi ve braketlerin sökümü esnasında mine dokusunun florürden zengin tabakasında kayıplar oluşması gibi dezavantajları da bulunmaktadır. [28, 31, 32]

2.1.2. Kumlama yöntemi

Mine yüzeyinin pürüzlendirilmesinde diğer bir metod “hava ile abrazyon tekniği” (kumlama tekniği)’dir. [33-35] Düşük basınç ve kısa uygulama süreli kumlama tekniğinde görülen mine dokusu kaybı asit ile yapılan pürüzlendirmedeki kayıptan daha az bulunmuştur. Kumlama tekniği ile yapılan pürüzlendirmede elde edilen bağlanma kuvvetleri klinik olarak kabul edilebilir bulunmamıştır. [36-38]

2.1.3. Self-etch adeziv sistemler

Bonding işlemi sırasında prosedürlerin daha kolay olmasını sağlamak, nemli ortamlarda da etki sağlayabilmek ve demineralizasyon oluşumuna karşı mine direncini arttırabilmek amacıyla ortodontide yeni gelişmeler kaydedilmektedir. [39] Etch ve bonding aşamaları için ayrı ayrı materyaller gerektirmeyen tek aşamalı sistemlere son yıllarda daha fazla ilgi gösterilmektedir. Amerika Birleşik Devletlerinde self-etch bonding sistemler veya diğer bir deyişle self-etch primerler (SEP) klinisyenlerin %29,5’i tarafından rutin olarak kullanılmaktadır. [40, 41]

SEP ile pürüzlendirilmiş mine dokusunun taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmesi sonucu yüzey özelliklerinin konvansiyonel asit ile pürüzlendirilmiş mine yüzeyinden farklı olduğu görülmektedir. Bal peteği görünümü belirgin olmamakla birlikte 3-4 mikron kalınlığında pürüzsüz ancak düzensiz bir hibrid tabakası ve mikrotag ve makrotaglerin birlikte görüldüğü düzensiz tag formasyonu izlenmektedir. Konvansiyonel fosforik asit ile pürüzlendirme sonucu elde edilen mekanik bağlanmaya kıyasla, SEP’lerdeki bağların büyük bölümünün, mine dokusundaki kalsiyuma kimyasal bağ ile bağlanarak yaptığı gösterilmiştir. [42] Diş hekimliği uygulamalarında kullanılmakta olan bazı SEP çeşitleri; Adper Prompt L-pop (3M ESPE Dental Products; 3M Center, St Paul, MN, ABD), Xeno III (DENTSPLY International, World Headquarters, York, PA, ABD), Transbond plus (3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya, ABD), Clearfil Mega Bond (Kuraray Medical Inc, Tokyo, Japonya), AdheSE Single Bottle (Ivoclar, Vivadent, Schaan, Liechtenştayn), AdheSE One F (Ivoclar Vivadent Inc, Amherst, NY, ABD), OptiBond All-In-One (Kerr Co, Orange, Kaliforniya, ABD), Tyrian SPE (BISCO Inc, Schaumburg, IL, ABD) olarak sıralanabilir. [41, 43]

Transbond Plus self-etching primer (3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya, ABD),

kendinden asitli primerler arasında en sık kullanılanlardan biridir. Tek kullanımlık olan paketler üç bölmeye sahiptir. İlk bölmede, metakrilatlı fosforik asit esterleri, fotosensitörler ve stabilize edici ajanlar bulunur. İkinci bölmede su ve çözülebilir flor vardır. Üçüncü ve son bölmede ise mikrofırça bulunur. İlk bölme sıkılıp, ikinci bölmenin üzerine katlandığında aktivasyon gerçekleşir. İkinci bölmede birbirleriyle karışan ajanlar, üçüncü bölmeye aktarıldıklarında mikrofırçayı ıslatırlar. Uygulama en az üç saniye diş yüzeyine ovalayarak sürülmesi şeklindedir. Transbond Plus SEP'in kimyasal bileşiminde bulunan su, hava ile kurutulmasını gerektirebilir. Kendinden asitli primerlerin avantajları şöyle sıralanabilir;

- Asit uygulama ve yıkama basamakları gerekmediğinden uygulama süresinin kısa oluşu,
- Uygulama kolaylığı sayesinde tükürük kontaminasyonu ihtimalini azaltması,
- Uygulama esnasındaki gereken teknik hassasiyeti en aza indirmesi,
- Neme karşı olan duyarlılıklarının az olmasıdır. [44]

2.1.4. Lazer ile pürüzlendirme

Teknolojik gelişmeler diş hekimliği alanında pek çok yeniliği de beraberinde getirmiştir. Bu gelişmelerden birisi de lazer uygulamalarının diş hekimliğine girmesi olmuştur. Günümüzde diş ve çevre dokularında lazer uygulamaları ümit verici olarak kabul edilmekte ve bu konudaki çalışmalar her geçen gün artmaktadır. [45] Ağız içerisinde lazerlerin çeşitli kullanım alanları mevcuttur. Bunlardan biri de lazer ile diş yüzeyinin pürüzlendirilmesidir.

Lazer uygulaması mine yüzeyi üzerinde temel olarak termal etkilere yol açmaktadır. Lazer uygulanan yüzeydeki hidroksiapatit matriks içinde sıkışmış bulunan su sürekli buharlaşmakta ve eş zamanlı mikro patlamalar meydana gelmektedir. Kullanılan lazerin çeşidine ve uygulanan enerji miktarına bağlı olarak mine yüzeyinde asit uygulamasındakine benzer 10-20 mikron derinliğinde bir pürüzlenme ve düzensizlik oluşmaktadır. Bu enerji seviyesi, temelde lazerin dalga boyuna bağlıdır. [5] Lazer ışınlarının mine yüzeyine uygulanması ile elde edilen pürüzlendirme, asit ile pürüzlendirmeye alternatif olarak denenmiştir. [46]

CO₂ lazerin mine üzerindeki etkisini görmeyi amaçlayan çalışmalarda, kullanılan dalga boyu ve enerji yoğunluğuna bağlı olarak yüzey pürüzlülüğünün değiştiği gözlemlenmiştir. Lazer ışınına maruz kalmış mine tabakasında ergime meydana geldiği, ergimiş minede tetrakalsiyum difosfat monoksit oluştuğu ve oluşan bu tabakanın da çözünmeye daha dirençli olan apatit fazı tespit edilmiştir. Bu yapıda, karbonat/fosfat oranı azalmakta, daha stabil, asit karşısında daha az çözünen ve çürüğe daha dirençli mine tabakası oluşmaktadır. [47] Lazer ışınına maruz kalan minenin aside dirençli hale gelmesi pek çok araştırmacı tarafından tartışılmıştır. Araştırmacılar, minenin geçirgenliğinin azaldığını, dolayısı ile asite karşı direncinin arttığını düşünmüşlerdir. [48, 49] Buna karşın, Borggreven ve ark. [50], CO₂ lazer ile ve Tagomori ve Morika [51], Nd:YAG lazer ile yaptıkları çalışmalarda lazer enerjisine maruz kalan minenin geçirgenliğinin azalmadığını, hatta arttığını iddia etmişlerdir. Tagomori Iwase 1995'de yaptıkları çalışmada ise, lazere maruz kalan mine yüzeyinde erime ve rekristalizasyon ile birlikte daha büyük kristal yapının oluştuğunu ve muhtemelen aside karşı dayanıklılıktan da bu iri partiküllerin sorumlu olduğunu belirtmişlerdir. [52] Yapılan diğer çalışmalarda ise lazer pürüzlendirme ile kalsiyum-fosfor oranındaki değişim (Ca/P), karbonat-fosfat oranındaki azalma ile birlikte asitte çözünürlüğü daha az ve daha kararlı bir bileşiğin oluşması neticesinde, oluşan yeni mine yüzeyinin asit ataklarına karşı daha dirençli hale geldiği ve böylece asit ataklarına ve çürüğe duyarlılığının azaldığı savunulmaktadır. [53-56]

Mine yüzeyinde pürüzlendirme amacı ile en fazla kullanılan lazer sistemleri CO₂ lazer, Nd:YAG lazer, Er:YAG lazer ve Er,Cr:YSGG lazer sistemleridir. [57] Bu lazer sistemlerinden CO₂ ve Nd:YAG lazer uygulamaları hakkında çok fazla yapılmış çalışma ve yayınlanmış pek çok derleme bulunmaktadır. CO₂ ve Nd:YAG lazerlerin doku üzerindeki etkilerini inceleyen araştırmacılar, mine dokusunda erime ve çatlak oluşumuna neden olduklarını ve pulpada olumsuz termal değişiklikler meydana getirdiklerini göstermişlerdir [58].

Corpas-Pastor ve ark. [59], Nd:YAG lazer ve ortofosforik asit ile pürüzlendirme yöntemlerini karşılaştıran çalışmalarında bağlantının lazer uygulanan grupta asitle pürüzlendirmeye göre daha düşük olduğu sonucuna varmışlardır. Bunun sebebinin, asit ile pürüzlendirmede hidroksiapatitte çözünme meydana gelirken, Nd:YAG lazer ile pürüzlendirmede minede çatlak, krater ve yarıkların oluşumu olabileceğini savunmuşlardır. Arityaratnam ve ark. [60] tarafından yapılmış bir diğer çalışmada mine pürüzlülüğü açısından

asit ve lazer yöntemleri arasında fark bulunmazken, ortalama bağlantı direnci Nd:YAG lazer ile pürüzlendirilen grupta daha düşük bulunmuştur. Nd:YAG lazerler klinik uygulamaları bakımından pek pratik değildirler. Yüzeydeki etkilerini arttırmak amacı ile yüzeye siyah mürekkep uygulanmaktadır. Hem bu şekilde uygulanmaları, hem de yüzeyde oluşturdukları olumsuz etkilerinden dolayı Nd:YAG lazerlerin klinikte uygulanmaları günümüzde tavsiye edilmemektedir. [61]

Von Fraunhofer ve ark. [5], CO₂ lazer ve %37'lik ortofosforik asit ile pürüzlendirilen mine yüzeyine ortodontik braketlerin yapışma dayanıklılığını incelemişler ve lazer uygulamasının, asit uygulamasından daha düşük bağlantıya sebep olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Benzer şekilde Roberts-Harry [61], Corpas-Pastor ve ark. [59] ve Martinez-Insua ve ark. [62] lazer pürüzlendirilmesi ile ortodontik braket bağlantısının zayıfladığını rapor etmektedirler.

Er-YAG lazer sistemi ise daha önce bahsedilen CO₂ ve Nd:YAG sistemlerine göre mine üzerinde daha etkili ve daha az zararlıdır. [63] Diğer iki lazer sisteminin mine yüzeyinde oluşturdukları çatlak ve rekristalizasyon, bu lazer sistemine maruz bırakılmış mine yüzeyinde görülmemektedir. [63, 64] Yapılan mikroskobik çalışmalarda, Er:YAG lazer ile oluşturulan pürüzlendirmede ortaya çıkan pürüzlü yapının çok düzgün olmadığı ortaya çıkarılmıştır. Bunun sebebi ise Er:YAG lazerin mine yüzeyine uygulandığında hidroksiapatit matriks içindeki suda ani bir kaynama meydana gelmesi ve mikro patlamalar oluşmasıdır. Er:YAG lazer, partikülleri mikro patlamalar ile kaldırmakta ve buharlaştırmakta, böylece pürüzlendirme işlemi sağlamaktadır. [63, 65] Farklı modlarda kullanılan Er:YAG lazer ile mine pürüzlendirmesi sonucu braketlerin kopma bağlanma dayanımlarını inceleyen bir çalışmada da tüm lazer grupları asit ile gerçekleştirilenden daha pürüzlü yüzeyler oluşturmuştur ve lazer pürüzlendirmenin asit ile gerçekleştirilen pürüzlendirmeye alternatif olabileceği bildirilmiştir. [17] CO₂ ve Er:YAG lazerin mine üzerindeki etkilerinin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada ise, Er:YAG lazerin CO₂ lazere oranla mine yüzeyinde daha az hasar meydana getirdiği, çatlak oluşturmadığı ve pulpa dokusuna daha az hasar verdiği ortaya çıkarılmıştır. [64, 66]

Görüldüğü gibi lazerlerle mine pürüzlendirilmesi konusunda henüz bir fikir birliği yoktur. Literatürde birbirinden farklı sonuçlara rastlanılmaktadır. Bunun sebebi kullanılan lazer cihazının tipi ve uygulanan enerjinin farklı olması ve/veya istatistiki sonuçların farklı yorumlanması olabilir. [63]

Zakariasen ve ark. [67] lazer ile pürüzlendirme yapmanın avantajlarını şu şekilde özetlemişlerdir:

- Asit jel ile elde edilen geniş alan pürüzlülüğünün önlenmesi,
- Eğer mine ile sınırlı kalınmak isteniyorsa bunun kolay olması,
- Nispeten daha hızlı bonding sağlanması.

Lazer ile diş yüzeyinin pürüzlendirilmesi, asit ile pürüzlendirme için gereken süreden daha kısadır. Asit ile pürüzlendirme yapılırken, pürüzlendirme için gereken minimum 15 sn.'lik süreyi, 15-30 sn. yıkama ve pürüzlendirilen yüzeyin 5-10 sn. kurutulması izler. Yani toplam harcanan süre 30-45 sn.'dir. Eğer lazer ile pürüzlendirme ve kurutma yapılıyorsa toplam süre ancak 20-25 sn. olacaktır. [49] Kazanılan bu süre şayet kompozitin polimerizasyonu için de lazer ünitesi kullanılırsa daha da artacaktır. Dahası, su soğutma sistemine sahip lazer sistemleri ile pürüzlendirme işlemi sonrası pulpa üzerinde herhangi bir istenmeyen etki oluşmamaktadır. [49, 68, 69]

X-runner

X-runner, Er:YAG lazerde kullanılan ve yüzeyi belirtilen değerlerde temassız tarayabilen bir el aleti çeşididir. Bu el aleti, hareket ettirilmeksizin değerleri önceden ayarlanan yüzey alanını belirtilen değerlerde tarama imkanı sunmaktadır. Böylece istenilen alanda homojen lazer atımları yaparak el hassasiyetine bağlı yetersiz ya da eksik uygulamaların önüne geçmektedir. X-runner el aletine bağlı ekranda tarama yapılacak alanın şekli ve büyüklüğü, tarama sayısı ve taramalar arası bekleme süresi değiştirilebilmektedir. Homojen atımlar yapabilme ve sınırları net bir alanı tarayabilme özellikleri sayesinde standardizasyon avantajı bulunmaktadır. Bu da yapılacak çalışmalarda X-runner el aletini daha da değerli kılmaktadır.

2.2. Beyaz Nokta Lezyonu

2.2.1. Beyaz nokta lezyonunun tanımı

Ağırlıkça %96-97'si inorganik yapı tarafından oluşturulan mine dokusunun kimyasal içeriğinde, organik yapı %1'inden daha azını ve su ise geri kalanını oluşturmaktadır. Hacim

olarak değerlendirildiğinde ise inorganik yapı %86'sını, organik yapı %2'sini ve su %12'sini oluşturur. [70] Mine dokusunun temel yapısını oluşturan mine prizmaları, inorganik yapıyı oluşturan hidroksiapatit kristallerinin birarada toplanması sonucu meydana gelmektedirler. Su ve organik yapı ise mine prizmalarını meydana getiren hidroksiapatit kristalleri arasında dağınık halde bulunmaktadır. İnorganik yapı hemen hemen saf hidroksiapatit yapısında olan kalsiyumfosfat kristalleri içermektedir. Ancak klor, sodyum, magnezyum, karbonat, florür, stronsiyum, silisyum, çinko ve potasyum gibi elementler bu saflığı kısmen de olsa bozmaktadırlar. [32, 71]

Diş çürüğü, karyojenik mikroorganizmalar tarafından karbonhidratların fermente edilmesiyle oluşan asit sebebiyle, çevre dokular ile diş arasındaki demineralizasyon-remineralizasyon dengesinin bozulması sonucu ortaya çıkan patolojik bir durumdur. [72] Çeşitli faktörler çürük gelişiminde rol oynamaktadır. Bu faktörler; tükürük, diş dokusu, plak, mikroflora, diyet ve zamandır. [32, 73]

Başlangıç seviyesindeki mine çürüğüne ait ilk makroskopik değişiklik diş yüzeyinde gözlenen küçük, opak ve beyaz bir noktadır. Bu mine defekti beyaz nokta “white spot” lezyonu adını alır ve üzerindeki mine yüzeyi parlak ve sert yapıdadır. Mine çürüğü temel olarak dört bölgeye ayrılmış olmakla birlikte birbirinden farklı bu bölgeler, lezyonun içinden dışına doğru şu şekilde sıralanmaktadır: [32, 74]

1. Saydam tabaka: Normal sağlıklı mine dokusundan çürük bölgeyi ayırır. Retzius çizgileri ile birlikte prizmaların enine çizgileri tümüyle ortadan kalkmış veya oldukça azalmıştır. Normal mine dokusuna göre on kat daha fazla porözlü yapı gösteren saydam tabakada hem geniş porlar hem de mikroporlar saptanmıştır. [43, 75]

2. Karanlık tabaka: Saydam tabakanın hemen üzerinde yer alır. [74] Bu tabakada geniş porların içine madde birikimi yani remineralizasyonu ile oluşan mikroporlar bulunur. Karanlık tabakada gözlenen mikropor yapısı lezyon gövdesine ilerledikçe genişler [43, 75]

3. Lezyon gövdesi: Lezyonun en büyük kısmını oluşturan ve en fazla madde kaybının gözlendiği bu bölge yüzeyel tabaka ile karanlık tabaka arasında kalır. [74] Mineral yapısı sağlıklı mine dokusuna göre hacim olarak %24 daha azdır. Bölge oldukça porözlüdür. [32, 75]

4. Yüzeyel tabaka: Sağlıklı mine dokusundan daha poröz yapıda olan bu tabaka mine çürüğünün en dış, en sert ve çözünmeye en dayanıklı tabakasıdır. Sağlıklı mine yapısındaki porlardan daha geniş por yapısı ile bu tabaka iyon difüzyonuna geçirgendir. Geçirgenliği sayesinde dış kısımdan remineralizasyon ve daha derin lezyon bölgelerinde yıkılan yapıların bu tabakada birikmesi sonucu hipermineralize hale gelir. [43, 75]

Mine dokusunda gözlenen beyaz lezyonlar genel olarak hipoplaziler, dişsel florozisler veya beyaz nokta lezyonu (BNL) olarak gruplandırılabilir. [76] Bishara ve Ostby [76] yazdıkları derlemede Russell (1961)'in çevresel faktörler sebebiyle gelişen opazite ve florozislerin birbirinden ayırt edilebilmesi için geliştirmiş olduğu kriterlerden bahsetmişlerdir. Buna göre; mine üzerinde çok net tanımlanamayan beyaz/sarımsı renkte gözlenen florozislerin, genelde ağız içerisindeki yerleşimleri simetrik olmaktadır. Mine dokusundan belirgin şekilde ayrılan florüre bağlı olmayan opasiteler ise genellikle dişlerin orta yüzeylerinde bulunur ve rastgele dağılım gösterirler. Ortodonti hastalarında gözlenen BNL ise genellikle braket etrafında, dişe bağlantısı zayıf olan bir bant altında ya da fırçanın ulaşmasının zor olduğu alanlarda kolay izlenebilen lezyonlardır. [76] Lezyonun renginin sağlam mine dokusundan ayırt edilebilmesi oldukça kolaydır. Beyaz lekenin üzerindeki mine dokusu sert ve parlak olduğundan bu safhada sondla muayene esnasında pürüzlülük hissedilmez. Ayrıca eksojen maddelerin lezyon içerisine emilimiyle de lezyonun rengi kahverengiye değişebilir. Beyaz ve kahverengi renkli lezyonların her ikisi de ağızda uzun süre ilerleme göstermeksizin kalabilirler. Bununla birlikte beyaz renkli lezyonların, gelişimsel hipokalsifikasyon gösteren lezyonlardan ayrımını dikkatli yapmak gerekir. Hipokalsifikasyon sonucu oluşan bir leke ıslatıldığında veya kurutulduğunda görsel olarak ayırt edilebilirken, başlangıç çürüğünü işaret eden beyaz renkli lezyonlar mine dokusu ıslatıldığında ya kısmen izlenebilir ya da hiç izlenemezler. [77] Ayrıca mine dokusundaki remineralize alanlarda kalsiyum, fosfat, florür ve diğer minerallerin fazla olması nedeni ile oluşan beyazımsı görüntü de demineralize mine dokusundaki görüntüye benzemektedir. Bu sebeple bu lezyonların doğru teşhisi önemli bir konudur. [32, 78]

2.2.2. Ortodontik tedavinin beyaz nokta lezyonlarının oluşumuna etkisi

İyon dengesi kurulana kadar dental dokular ile çevresinde devamlı bir iyon değişimi olmaktadır. Remineralizasyon, tükürüğün tamponlama özelliği ile artan pH neticesinde

serbest halde bulunan kalsiyum ve fosfat iyonlarının mine dokusu üzerinde birikmesi olarak bilinmektedir. [79] Remineralizasyon bireyler arası olduğu gibi aynı ağıza ait farklı bölgeler arasında da farklılık gösterebilmektedir. [80] Temel olarak, artan demineralizasyon miktarı, remineralizasyon ile dengelenemediğinde BNL gelişimi meydana gelmektedir. [32, 81]

Fermente edilebilen karbonhidratlardan organik asit üretebilen *Streptococcus mutans* (*S. Mutans*) ve *Lactobacilli* çürük gelişiminden sorumlu asidojenik bakterilerdir. [82] Sabit ortodontik aygıtların uygulanması sonrası ağız boşluğu içerisinde *S. Mutans* ve *Lactobacilli* sayılarında artış olur. [83] Ağız ortamında florür varlığı, bakteriyel plak pH=4,5 seviyesine ulaşmadan önce remineralizasyonu artırıcı rol oynar ve mine dokusu üzerinde sağlam mine yapısından daha dirençli olan florüroapatit yapının oluşmasını sağlar. [81] Bununla birlikte, pH=4,5'in altına indiğinde hidroksiapatit ve florapatit yapıda çözünmeler meydana gelir ve florür ortamda fazla miktarda bulunsa bile demineralizasyon olayı engellenemez. Böylece plakta bulunan *S. Mutans* ve *Lactobacilli* ile düşük pH değerinde çürük oluşumu meydana gelir. [32, 84]

Malokluzyon gözlenen bireylerde diş çapraşıklıklarının sebep olduğu birçok retansiyon alanı mevcuttur. Bununla beraber, genel olarak çürüğe yatkın bölgeler olmasalar bile ortodontik ataçmanların yapıştırılması ile birlikte bu bölgelerde ağız hijyeninin sağlanması daha zor hale gelir. [85] Hijyen seviyesi yüksek tutulmaya çalışılsa bile loop ve yardımcı arklar, sarmal yaylar, zemberekler ve bazı Sınıf 2 apareyleri yeterli ağız hijyeninin sağlanmasına engel olurlar. Ayrıca, ataçmanlar etrafından adeziv malzemelerin taşan kısımları bakteri sayısının artmasını tetikleyen alanlar oluşturur. [32, 82]

Gorelick ve ark. [86] çalışmalarında dişlerin yüzey özellikleri, tükürük erişimi ve braket ile dişeti arasındaki mesafenin BNL oluşumunu etkileyen faktörler olduğunu belirtmişlerdir. Beyaz nokta lezyonu gelişimi ile lingual retainerler arasında bir ilişki bulunmamıştır. Bu sebeple, asit ataklarına karşı direnç gelişmesinde tükürük akış miktarı ile tamponlama kapasitesinin önemli bir faktör olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca bu çalışmada, bazı alanlarda hastanın aktif kullandığı eli ile fırçalama eylemini daha zor gerçekleştiriyor olmasının, oluşabilecek demineralizasyonun bölgesini etkileyebileceği rapor edilmiştir. [32]

Sabit ortodontik tedavi görmeyenlere göre tedavi gören hastalarda dental plağın

oluşum hızının arttığı belirlenmiştir. [87] Ortodontik tedavi gören hastaların dental plak içerisindeki bakteri sayısında da artış izlenmiştir. [88] Ayrıca sabit ortodontik tedavi gören bireylerde, S. mutans ve lactobacilli sayısında tedavi süresi boyunca artma olduğu görülmüştür. [89] İlerleyen çürük lezyonlarında lactobacilli görev alırken, başlangıç çürük lezyonlarının oluşumunda ise S.mutans primer rol oynamaktadır. [43, 90]

Yapılan çalışmalarda sabit ortodontik tedavi gören hastalarda görülen beyaz nokta lezyonlarının oranının arttığı görülmektedir. [29] Bunun sebebi bu hastalarda artan bakteri sayısı ve plak retansiyonu sebebiyle mine demineralizasyonunda gözlenen artıştır. Özellikle, ağız hijyeni yetersiz olan hastalarda bu lezyonlara rastlanma sıklığı artmaktadır. Teşhis edilebilen demineralizasyon, braket ve bantların yapıştırılmasından yaklaşık 1 ay sonra ortaya çıkmaktadır. [4, 30] Genellikle dişeti kenarı ile braket arasındaki alanda gerçekleşen demineralizasyon olayı, braket tabanı etrafında, diş fırçasının ulaşmasının zor olduğu bölgelerde ve uyumu iyi olmayan bantların altında daha sık olarak görülmektedir. [43, 76]

Gorelick ve ark. [86] beyaz nokta lezyonlarının oluşma sıklığını sabit ortodontik tedavi gören hastalarda %49,6 ve tedavi görmemiş kontrol grubunda ise %24 olarak bildirmişlerdir. Mizrahi [91] ise ortodontik tedavi sonrası beyaz nokta lezyonlarının görülme sıklığını %84 olarak rapor etmiştir. [43]

Beyaz nokta lezyonlarının en fazla görüldüğü dişler sırasıyla maksiller lateral, mandibular kanin, mandibular birinci premolar, mandibular birinci molar, mandibular ikinci premolar, maksiller kanin ve maksiller birinci premolar dişlerdir. [92] Øgaard [82] ise çalışmasında birinci büyük azı, üst lateral kesici ve alt kanin dişleri beyaz nokta lezyonlarından en çok etkilenen dişler olarak saptamıştır.[43]

Ortodontik apareylerin çıkarılmasından sonra demineralizasyona sebep olan retantif alanların eliminasyonu ile birlikte, mevcut beyaz lezyonlardaki ilerleme durabilir ve hatta bazı lezyonlarda iyileşme bile gözlenebilir. Bununla birlikte iyileşme göstermeyen lezyonlar estetik problemlere de sebep olabilmektedir. [93] Tedavi edilmediklerinde ise, restorasyon ihtiyacı gerektiren kavite oluşumuna neden olabilmektedir. [76] Ortodontik tedavi sürecinde beyaz nokta lezyonlarının tespiti, koruyucu, önleyici ve düzeltici tedavi seçeneklerinin uygulanabilmesi açısından önem taşımaktadır. [94] Geleneksel yöntemler bakteriyel aktivitenin erken aşamada belirlenmesinde ve başlangıç lezyonlarının teşhisinde

yetersiz kalabilmektedir. Bu sebepten dolayı beyaz nokta lezyonlarının teşhis edilmesinde bazı güncel yöntemler geliştirilmiştir. [43]

2.2.3. Beyaz nokta lezyonlarının teşhis yöntemleri

1) Geleneksel Yöntemler: Görsel yöntem, ayna-sond ile muayene, radyografik yöntem.

2) Güncel Yöntemler: Direkt dijital radyografi, elektriksel iletkenlik ölçümü, fiber optik transillüminasyon, sonografi, alternatif akım empedans spektroskopisi, lazer floresans, kantitatif ışık etkili floresans (QLF).

Görsel yöntem

Dişlerin kurutularak ışık altında görsel olarak incelenmesiyle yapılan teşhis yöntemidir. Kavite oluşumu gözlenene kadar demineralizasyonların teşhis edilememesi ve lezyonların geç farkedilmesi sebebiyle koruyucu tedavilerin uygulanamaması gibi dezavantajları bulunmaktadır. [43, 95]

Ayna-sond ile muayene

Ayna-sond ile yapılan çürük muayenesi sık uygulanan metotlardan biridir. Ancak sivri uçlu sondlarla basınç uygulanarak yapılan muayene, yüzey yapısı henüz bozulmamış beyaz lezyonlarda kavite oluşumuna sebep olabilir. Ayrıca bu yöntem çürük yapıcı bakterilerin lezyon bölgesinden başka diğer alanlara da geçmesine neden olabilir. [43, 96]

Radyografik yöntem

Röntgende demineralizasyon alanlarının daha radyolüsent alanlar olarak görülmesi çürük teşhisine yardımcı olur. [97, 98] Rutinde oldukça sık yararlanılan bir metot olmasına rağmen, diagnostik görüntü oluşturabilmek için hastanın x-ışınlarına maruz kalması, banyo sölüsyonları ile röntgen filmlerinin gerekmesi gibi dezavantajları vardır. [43, 99]

Direkt dijital radyografi

Görüntünün piksellere ayrılmasıyla daha net görüntülerin elde edilmesi dijital radyografilerle teşhisi kolaylaştırmaktadır. [100] Yapılan çalışmalarda beyaz nokta

lezyonlarının teşhis edilmesinde dijital radyograflerin etkili olduğu gösterilmiştir. [101] Konvansiyonel radyograflere göre radyasyon dozunun daha az olması, görüntülerin arşivlenmesinin daha kolay olması gibi avantajları da vardır. [102] Ayrıca, görüntünün hızlı oluşması sebebiyle çalışma süresini de kısaltmaktadır. [43, 103]

Elektriksel iletkenlik ölçümü

Elektriksel iletkenlik ölçüm yöntemi temelde iletkenlik açısından sağlıklı dokular ile demineralize dokular arasındaki farka dayanmaktadır. Sağlıklı mine yüzeylerinde iletkenlik sınırlı miktarda ya da hiç yokken, ağız sıvılarına geçirgenlik arttığı için demineralize ve çürük mine yüzeyleri ölçülebilir miktarda iletkenliğe sahiptir ve demineralizasyon miktarı arttıkça da iletkenlik artar. [104] Yüzeyinde madde kaybının görülmediği beyaz nokta lezyonlarında bile diş dokusundaki elektriksel iletkenliğin değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. [43, 105]

Demineralize ve sağlıklı minenin elektriksel iletkenlik farkını temel alan üç cihaz bulunmaktadır. Bunlar: Vanguard Electronic Caries Detector (Massachusetts Manufacturing Corp., Cambridge, Mass., ABD), Caries Meter L (G-C International Corp., Leuven, Belçika) ve Electronic Caries Monitor (ECM, LODE Diagnostic, Groningen, Hollanda)'dür. [104] Bu cihazlar elektriksel iletkenliği, fissüre yerleştirilen bir sond ve iletkenliği yüksek olan deri veya dişeti gibi bir bölgeye bağlanmış bir aygıt ile ölçer. [104]

Fiber optik transillüminasyon (FOTI)

FOTI 1970 yılında aproksimal çürüklerin teşhis edilebilmesi amacıyla geliştirilmiştir. [106] Işığın kırılması çürük lezyonlu bir dişte daha çok olur ve lezyonlu bir dişin ışık geçirme indeksi çürüksüz dişe göre daha düşüktür. Işığın diş dokusunu geçtiği sırada saçılması ile oluşan değişikliklerden görüntü analizinde yararlanır. [96, 107, 108] FOTI uygulamalarında, çürük diş dokusu siyah bir karartı olarak izlenir. [43, 109]

Dijital Fiber Optik Transillüminasyon (DIFOTI) yöntemi, FOTI ile dijital kameranın birlikte yer aldığı bir yöntemdir. [110-113] Tüm dişlerde oluşan farklı çürük lezyonlarının teşhisinde daha net görüntü sağlayabilen DIFOTI ile henüz radyograflerde izlenemeyen yeni başlamış veya tekrarlayan çürükler de teşhis edilebilmektedir. [43, 110, 113]

Ultrasonik görüntüleme sistemi (Sonografi)

Ultrasonun ana prensibi, test edilecek materyale veya biyolojik dokuya probe tarafından oluşturulan yüksek frekanslı dalgaların (1-20 MHz) uygulanması, geriye dönen dalgaların probe tarafından emilerek elektriksel impulslara çevrilmesi ve eko olarak saptanmasıdır. [114, 115] Her dokunun akustik engelleme özelliğinden dolayı farklı bir iç eko seviyesi vardır. Dokunun eko seviyesindeki değişiklikler, dokudaki patolojik değişiklikleri ifade eder. [43]

Ayrıca, ultrasonik dalgalar yüzeye dik açıyla uygulandığında dokudaki mevcut defekt daha kolay saptanabilir. [114, 115] Yapılan çalışmalarla, diş minesindeki beyaz nokta lezyonlarının ultrasonik sistem ile teşhis edilebildiği gösterilmiştir. [43, 115]

Alternatif akım empedans spektroskopisi

Beyaz nokta lezyonlarının teşhisi amacıyla yararlanılan elektriksel bir yöntemdir. Büyük oranda hidroksiapatitten meydana gelen mine dokusunun elektriksel direnci oldukça yüksektir. İletken sıvıları içeren porların büyüklüğünün demineralizasyon sonrası artması neticesinde azalan elektriksel direnç prensibiyle çalışır. Kavitasyonun oluşmadığı mine dokusundaki lezyonların teşhisinde %100 hassasiyet gösterir. [43, 112]

Lazer floresans

Floresans, herhangi bir dalga boyuna sahip bir ışığın, doku tarafından absorbe edildikten sonra daha uzun bir dalga boyu ile yayılmasıdır. Çürük lezyonu içerisinde ışığın yayılma katsayısı sağlıklı mineden daha yüksektir. Bu durum ışığın lezyon içerisindeki yolunun daha kısa olmasına ve dolayısıyla floresansın da daha az olmasına sebep olur. [43, 116]

Lazer floresans yöntemini ilk olarak 1982 yılında Bjelkhagen ve ark. [117], 488 nm'lik mavi-yeşil argon lazer ışığıyla, sağlam ve çürük mineyi karşılaştırarak denemeler ve çürük insan minesini ile sağlam mine arasındaki farkların kolayca izlenebileceğini göstermişlerdir. Lazer floresans yönteminde ışık uygulaması sonrası, demineralize ve sağlam mine arasındaki floresans farkı ölçülür. Sağlıklı mine ve dentin dokusu, demineralize dokulara göre farklı floresans özelliklerine sahiptir. Bu durum, demineralize dokuların ışığı daha az

absorbe etmesi ve daha fazla yansıtması neticesinde daha az floresans özellik göstermesi sebebiyledir. [118] Bu nedenle, demineralize alanlar floresans özellikleri sebebiyle karanlık bölgeler olarak görünür. Yapılan çalışmalarda, longitudinal mikroradyografiyle kıyaslandığında, lazer floresansın mineral kaybını göstermedeki doğruluğu kanıtlanmıştır. [43, 119]

Demineralizasyonun teşhisi amacıyla boya ile güçlendirilmiş lazer floresans yöntemi (DELF) de kullanılmıştır. Absorbe edilebilen bir boya, lezyon ve çevre diş dokusundaki renklerin kontrastını artırarak lezyonun teşhisini kolaylaştırabilir. [43, 120]

Lazer floresans yöntemini temel alan cihazlardan biri de DIAGNOdent'tir. Dişler bu cihazda, 655 nm dalga boyundaki kırmızı diyot lazer ışığı ile fiber optik uç yardımıyla aydınlatılır. Absorbe olan ışık, floresans olarak diş dokusundan geri yansır. Floresans ışığın yansımada çürük sebebiyle dişte oluşan değişiklikler sonucu artış görülür. [105] Lezyon derinliği arttıkça floresans ışığın yoğunluğu da artar. [121] Elde edilen sayısal veriler, demineralizasyonun derecesini gösterir. [43]

Kantitatif ışık etkili floresans (QLF)

Lazer floresans yöntemine benzemekle birlikte, QLF tekniğinde lazer ışını yerine ışık kullanılmaktadır. [116] Benzer şekilde bu yöntemin amacı da, henüz kaviteye görülmeyen çürük lezyonlarının erken dönemde teşhis edilebilmesidir. Işığın dağılması veya saçılması, diş dokusunun mineral kaybıyla ilişkili olduğundan çürük lezyonu ölçümünde bu özellik temel alınır. [109] Ağız içerisinde belli dalga boyundaki ışığı absorbe edebilen organik maddeler, absorbe ettikleri ışığı daha sonra farklı dalga boyunda geri yayarlar. Aydınlatıcı ışığın engellenmesiyle de QLF görüntüsü elde edilmiş olur. [43]

Otofloresans adı verilen doğal floresansa sahip olan diş sert dokusu, QLF ile mavi ışığa maruz bırakıldığında, dişin kendi yapısında bulunan yeşil floresans açığa çıkar. Demineralizasyon arttıkça ışığın saçılması artar ve buna bağlı olarak dişin otofloresans özelliği azalır. Böylece demineralizasyonun gerçekleştiği bölgeler, QLF ile incelendiğinde karanlık alanlar olarak görülür. Sağlıklı mine dokusuna kıyasla floresanstaki azalma, lezyon bölgesindeki artmış olan saçılma katsayısı ile açıklanabilir. Serbest foton yolu uzunluğunda azalmaya sebep olan saçılma katsayısındaki artış sonucu florofor tarafından fotonun absorbe

edilme ve floresans fotonun yayılma olasılığı azalır. Sonuç olarak azalan floresans neticesinde demineralizasyon bölgesi, sağlıklı diş bölgesini temsil eden parlak yeşil floresans ile çevrelenmiş karanlık bir alan olarak görülür. Yeşil floresans miktarı aynı zamanda mine porözitesi veya lezyon şiddeti ve derinliği hakkında da bilgi verir. Yapılan in vivo araştırmalarda, yeşil floresansın, radyografik olarak izlenemeyen ve görsel muayenede kaçırılan lezyonların da teşhisini sağladığı gösterilmiştir. [43, 122, 123]

Çürük lezyonunda anaerobik bakterilerin oluşturduğu porfirinlerin yoğunlaştığı bölgeler parlak kırmızı ve/veya turuncu olarak izlenir (Kırmızı floresans). [124-126] Sağlıklı diş dokusu tarafından oluşturulan yeşil floresanstaki kayıp, beyaz nokta lezyonları gibi erken safhadaki çürüklerin varlığını ifade ederken, kırmızı floresans bakteriyel aktivitelerin diş dokusu üzerinde yoğunlaştığı alanları gösterir. Kırmızı floresansın izlendiği beyaz nokta lezyonlarında ise bakterilerin olmasa bile metabolitlerinin lezyona girebildiği ve mine dokusunun oldukça poröz bir hal alarak lezyonun ileri bir safhaya geçtiği düşünülebilir. Ayrıca yeşile göre daha güçlü olan kırmızı floresans bulgusu, sağlam mine yüzeyi altında gizlenen bir çürük lezyonunu da işaret ediyor olabilir. Bununla birlikte, kırmızı floresans dentin dokusuna ulaşmış ileri lezyonlarda, agresif beyaz nokta lezyonlarında, olgun plak ve diştaşı varlığında da görülebilir. [43, 127]

Görüntü alımı kaydedildikten sonra görüntü üzerinde sağlam dokuyu da içine alacak şekilde lezyonun alanı belirlenir. Bu şekilde sağlam doku ve çürük lezyonu arasındaki floresans farkı belirlenmektedir. Ölçülen ve yeniden yapılandırılan değerler arasındaki farklılık lezyonun şiddeti ve boyutlarını hesaplamamıza imkân veren 4 adet veri oluşmasını sağlar; ΔF (floresanstaki yüzde olarak ortalama değişim miktarı, %), ΔF_{max} (lezyon sınırları içindeki yüzde olarak en yüksek floresans değişim miktarı, %), lezyon alanı (P_x) ve ΔQ (alan $\times \Delta F$, $\%P_x$). Bu şekilde floresans radyansındaki ve lezyon alanındaki değişiklikler zaman içerisinde takip edilebilmektedir. [128, 129]

1994 yılından beri kullanılmakta olan QLF yöntemi, in vivo demineralizasyon ve remineralizasyon ölçümünde standart hâle gelmiştir. [127, 130-132] Bilinen bir sistem olmaması, uygulanmasının zaman alması, karmaşık yapısı ve pahalı olması gibi nedenler, QLF'in yaygın olarak kullanımına engel oluşturmuştur. Bu dezavantajların eliminasyonu için yeni bir QLF sistemi geliştirilmiştir (QLF-D Biluminator 2). [43]

QLF-D Biluminator 2,60 mm makro lensli Single Lens Reflex (SLR) kameraya yerleştirilmiş biluminatörden oluşmaktadır. Biluminatör, beyaz ışık ve QLF görüntülerini oluşturmak amacıyla ışık kaynağı ve filtrelerini içerir. Ayrıca arşivleme ve analiz için gerekli yazılımın olduğu bilgisayara da bağlantı sağlar. Kamera ile iki farklı resim elde edilir, bu resimlerden biri standart beyaz ışık görüntüsü, diğeri ise QLF görüntüsüdür. Görüntü alma işlemi 5 saniyeden az sürmektedir. Arşivlenen görüntüler plak analizi, demineralizasyon ve kırmızı floresans bakımından otomatik olarak değerlendirilir. Dekalsifikasyon varlığında karanlık alanların izlendiği QLF-D ile lezyonların varlığında ise açık turuncu renk izlenmektedir. [43]

Porfirin birikiminin yoğun olduğu olgun dental plak ve diş taşı gibi alanlarda parlak kırmızı olarak izlenen QLF görüntüleri, ağız hijyenini sağlamadaki yetersizliğini hastaya daha etkili bir şekilde anlatabilmek için kullanılabilir. QLF, ortodontik tedavi öncesi ve sonrası ağız hijyen seviyesinin objektif olarak değerlendirilmesini, monitörleme yaparak tedavi esnasında ağız hijyeninin devamlılığını ve dişlerin durumunun arşivlenmesini sağlar. [133, 134] Sabit ortodontik tedavi öncesinde yapılacak QLF değerlendirmeleriyle ağız hijyen seviyesi değerlendirilerek, tedaviye uygunluk kararı verilebilir ve böylece tedavi sebebiyle oluşabilecek yan etkilerin önüne geçilebilir. Ayrıca tedavi öncesi ve sonrasında alınan QLF görüntüleri, tedavi sonrası beyaz nokta lezyonu oluşumu gibi yan etkilerin tespitinde kanıt niteliği taşımaktadır. QLF görüntüleri ile beyaz nokta lezyonu gibi başlangıç çürük lezyonlarının teşhisi ve zaman içerisindeki takibi kolaylaşmaktadır. Bu sayede tedavi kararı verilirken daha doğru ve etkili planlamalar yapılabilir. [43]

2.2.4. Beyaz nokta lezyonu oluşumunun önlenmesi

Hasta eğitimi

Ortodontik tedaviler birkaç yıl sürebilmekte ve sabit apareylerin varlığında hastaların ağız bakımını gerçekleştirme becerileri kabul edilebilir seviyenin altına düşebilmektedir. Bu düşüş özellikle braket ile gingival marjın arasında kalan alanda bakteri plağının birikmesinin artmasıyla mine yüzeyinde bozukluklara sebebiyet vermektedir. Beyaz nokta lezyonların oluşumuyla hastanın bakım metotlarını uygulaması arasında önemli bir ilişki olduğu çalışmalarda belirtilmiştir. Bu çalışmalarda tüm yaş grupları için bayan ve erkek arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı rapor edilmiştir. [135] Ağız bakımı konusunda

kooperasyon göstermeyen hastalar için profesyonel ağız bakım işlemlerinin BNL oluşum riskini azalttığı bildirilmiştir. [135] Günümüzde özellikle batı ülkelerinde düzenli ağız bakım eğitimi ve profesyonel temizlik dental hijyenistler tarafından gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte klinisyenler tarafından düzenli aralıklarla oluşturulan bu destek, hasta motivasyonuna yardımcı olurken, bazı hastalara kooperasyon kazandırmanın oldukça zor olduğu belirtilmiştir. Etkili bir motivasyon için kötü ağız hijyeninin olumsuz sonuçlarının hastaya görsel olarak anlatılmasının bireyler üzerinde oldukça etkili olduğu bildirilmiştir. [136]

Tüm ortodonti hastalarında plak kontrolü için günde en az iki kez diş fırçalamak birçok hekim tarafından tavsiye edilen temel prosedürdür. Günümüzde manuel ve elektrikli diş fırçaları bulunmakla birlikte, bu fırçaların etkinlikleri konusunda tutarsız sonuçların olduğu rapor edilmiştir. Elektrikli ve manuel diş fırçalarının performansını karşılaştıran eski çalışmalarda [137] net olmayan sonuçlar çıkarken, daha güncel olan çalışmalarda, zayıf ağız bakımı olan hastalarda elektrikli diş fırçasının kullanımının, (bu tip fırçaların aktif başlığı plak temizliğini kolaylaştırdığı için) oldukça etkin olduğu belirtilmiştir. [138] Yakın bir zamanda yayınlanan bir derlemede elektrikli diş fırçalarının plağı etkin bir şekilde uzaklaştırdığı ve gingivitisini azaltmada oldukça faydalı olduğu fikri desteklenmiştir. [139]

Günlük florür uygulamaları

Beyaz nokta lezyonundan korunmak için en önemli koruyucu önlem florür içeren diş macunları ile dişlerin düzenli olarak fırçalanmasıdır. Ortodonti hastalarında remineralizasyonun sağlanabilmesi için diş macunlarının içeriğindeki florür konsantrasyonunun %0,1 oranından düşük olmaması tavsiye edilir. Macunlar genel olarak sodyum florür, monoflorafosfat, kalay florid ya da bunların kombinasyonlarını içerir. [140]

O'Reilly ve Featherstone [30] tarafından yapılan in vivo çalışmada, florür içerikli diş macunlarının düzenli kullanımında dahi demineralizasyonun oluşabildiği fakat bunun düşük oranlarda olduğu belirtilmiştir.

Son yıllarda yapılan derleme makalelere göre demineralizasyonun önlenmesinde "en etkili" olarak adlandırılabilir bir program önerilmemiştir. [32, 141-143] Buna rağmen, sabit ortodontik tedavi gören hastalarda günlük % 0,05'lik florür kullanımı önerilmiştir. [141, 144]

Linton [145] tarafından yapılan in vitro çalışmada, 50 mg-F/kg (50 ppm) konsantrasyonda florür içeren solüsyonun 225 ppm florür içeren solüsyona göre remineralizasyon için daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak Wilmot [146] 50 ppm yani düşük konsantrasyondaki florürün, florür içermeyen gargara ve diş macunlarına göre herhangi bir avantajını bulamamıştır.

Konsantre florür içeren ajanların doz-cevap ilişkisi ve uygulanım sıklığının faydaları çok net değildir. [147] Eğer düzenli macun ve topikal florür uygulamalarına rağmen çürük aktivitesi devam ediyorsa florür oranının artırılması yerine ağız hijyeninin daha iyi sağlanması, asite dirençli vernikler ya da antibakteriyel ajanlar gibi diğer uygulamalardan yararlanılması gerektiği bildirilmiştir. [82]

Rezin örtücüler

Yeni bir yaklaşım olmamakla birlikte rezin örtücülerin braket etrafında kullanımı, demineralizasyonun önlenmesini sağlayan uygulamalardan biridir. [148] Asit ile pürüzlendirilmiş mineyi örtmesi, braketlerin bağlanma gücünü artırması ve braket etrafında demineralizasyonu önlemesi rezin örtücülerin avantajları olarak bildirilmiştir. [149]

Kimyasal olarak sertleşen rezin örtücüler oksijen inhibisyon tabakası sebebiyle mine yüzeyini pürüzsüz bir şekilde örtemezler. [150] Yüzeyi düzgün şekilde kaplayan ışıkla polimerize olan rezin örtücülerin, in vitro çalışmalarda demineralizasyonu önlemede etkin bulunmalarına rağmen yapılan in vivo çalışmalarda bu sonuç desteklenmemektedir. [150-153]

Işıklı sertleşen inorganik doldurucusuz ya da çok az doldurucu içerikli rezin örtücüler mineyi demineralizasyona karşı korumada kimyasal olarak polimerize olanlarından daha etkili değildirler. [149] Doldurucusuz rezin örtücüler mekanik (firçalama) ve kimyasal (asidik ortam) aşınmalara dayanıklı değildirler. [149] Yapılan in vitro çalışmalarda, fiziksel özellikleri üstün sayılan ışıkla polimerize olan yüksek doldurucu içerikli rezin örtücülerin (Pro Seal; Reliance Orthodontic Products, Itasca, ABD ve Ultraseal XT Plus; Ultradent Products, South Jordan, Utah) demineralizasyonu önleme açısından başarılı oldukları belirlenmiştir. [83, 149, 154] Bu materyallerin uzun süre firçalamaya dayanıklı oldukları ve braketlerin bağlanma gücü üzerine önemli bir olumsuz etkilerinin olmadığı bildirilmiştir. [154]

Vernikler

Ağız hijyenini yeterli derecede sağlayamayan hastalarda, demineralizasyonun önlenmesinde bir diğer yöntem yüksek oranda florür içeren verniklerin klinik uygulamasıdır. Vernik uygulanan sabit ortodonti hastalarında demineralizasyonun %38-50 oranında azaldığı bildirilmiştir. [155-157]

Florür içeren elastik ligatürler

Florür salma özelliğine sahip elastik ligatürlerin in vivo olarak demineralizasyonu azaltmada etkili oldukları ve gerilerek yerleştirilmelerinde in vitro olarak florür salınımlarının arttığı belirlenmiştir. [158, 159] Banks ve ark. [158] yaptıkları in vivo çalışmada kalay florür (SnF_2) salınımı yapan elastik ligatürler ile klasik elastik ligatürleri demineralizasyonu önleme açısından karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, florür salınımı yapan elastik ligatürlerin demineralizasyonu her diş için %49 oranında azalttığını gözlemlemişlerdir.

Elastik ligatürler hasta kooperasyonuna ihtiyaç duymamaları ve brakete yakın yerlerde en fazla florür salınımı yapmaları sebebi ile demineralizasyonu önlemede başarılı sayılabilirler fakat bu materyaller başlangıçta yüksek oranda florür salınımı gerçekleştirmelerine rağmen tedavi süresince bu özellikleri aynı kalmaz ve florür salınımında hızlı bir düşüş gözlenir. Bu sebeple elastik ligatürlerin ortodontik tedavi süresince çürümeyi önlemelerinin mümkün olamayacağı bildirilmiştir. [141]

Antibakteriyel uygulamalar

Korbmacher ve ark. [160] florürün çürümeyi önleyici etkisinin antibakteriyel maddelerin kombinasyonu ile arttırılabileceğini bildirmişlerdir. Çalışmalarda kalay florürün bakterilerin mine yüzeyine yapışmasını engelleyici özelliğinden bahsedilmiştir. [161, 162] Kalay florür iyonları bakteri içerisinde sükrözün giriş yollarını kapatırlar ve fermantasyonla meydana gelebilecek asit üretimini önlemiş olurlar. Bu yüzden florür içeren antibakteriyel diş macunları sadece florür içerikli olan macunlara göre braketlerin etrafında demineralizasyonu azaltmada daha etkilidirler. [163]

Øgaard [84] günlük %0,05 oranında sodyum florür içerikli ağız gargalarlarının ortodontik bantların altında lezyon oluşumunu önemli miktarda azalttığını belirlemiş ve bu

gargaraların klorheksidin, triklosan veya çinko gibi antibakteriyel ajanlar ile kombine edilmesiyle çürük önleyici etkilerinin de arttırılabileceğini belirtmiştir.

Klorheksidin ve florür içerikli gargaraların sadece florür içeren gargaralara göre mineral kaybının azaltılmasında daha başarılı oldukları gözlenmiştir. [164] Bununla beraber, klorheksidin gargaranın acı tat ve dişleri renklendirme gibi dezavantajları da vardır. Ayrıca demineralizasyon üzerinde etkili olabilmesi için 1-2 yıl düzenli olarak kullanılması gerekir. [165] Bu yüzden araştırmacılar daha az hasta işbirliği gerektiren, antibakteriyel özellikli vernik uygulamalarını incelemişlerdir. [165, 166] Ancak florür ve klorheksidin birleşimi içeren verniğin, sadece florür içerikli verniğe göre avantajının, posterior dişler hariç sadece estetik açıdan önem taşıyan maksiller kesici dişlerde lezyon sayısının artmasını önlemesi olduğu bildirilmiştir. [165]

Demineralizasyonun azaltılmasında hasta kooperasyonu gerektirmeyen bir diğer yöntem antibakteriyel ajanların adeziv sistemleri ile kombine edilerek uygulanmasıdır. [167] Bishara ve ark. [154] tarafından yapılan çalışmada braketlemeden önce primer ile karıştırılarak uygulanan klorheksidin örnekleri ile braketlemeden sonra uygulanan klorheksidin örneklerinde braketlerin bağlanma gücünün önemli miktarda azalmadığı gözlenmiştir.

Argon lazer kullanımı

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda argon lazerin minenin kristal yapısını değiştirerek mine dekalsifikasyonunu önlemede kullanılabileceği söylenmiştir. [168-170] Argon lazerin mineye uygulanmasıyla asit atağı sırasında mine dokusundaki iyonların kaybı yerine stabilitesini sağlayan bir mikro aralık oluşturduğu ve minenin yüzey karakteristiğini değiştirdiği bildirilmiştir. [169] Tükürükteki mevcut kalsiyum, fosfat ve flor iyonları bu mikro aralığa çökerek demineralizasyona karşı mine dokusunun direncini ve tükürükten mineral alımını arttırır. [170] Mine dekalsifikasyonunun önlenmesi amacıyla, argon lazer uygulamasının en uygun etkiyi hangi doz aralığında sağladığı önemlidir, bunun için in vivo ve in vitro çalışmaların devam etmesi gerektiği bildirilmiştir. [169]

Mine dekalsifikasyonunu önlemek amacıyla Argon lazer haricinde diğer lazer sistemleri de kullanılabilmektedir. Lazer uygulanmış mine yüzeylerinin asit ataklarına ve

çürük oluşumuna karşı daha dirençli olabileceği farklı araştırmacılar tarafından gündeme getirilmiştir. [53-55] Bununla birlikte Seçilmiş ve ark. [56], 2 W ve 3 W olmak üzere farklı güç ayarlarında Er,Cr:YSGG lazer ile pürüzlendirdikleri mine yüzeylerini mineral içerikleri (Ca, K, Mg, Na, P, Ca/P) bakımından değerlendirmişler ve aralarında kontrol grubunun da bulunduğu üç grup arasında anlamlı bir farklılık bulamamışlardır. Bu nedenle diş hekimliği pratiğinde lazer uygulaması sonrası Ca/P oranındaki değişim neticesinde çürük oluşumuna karşı direnç gelişmesini şüpheli bulduklarını bildirmişlerdir. [56]

Hekime bağlı faktörler

Bukkal ve lingual yüzeyleri ilgilendiren direkt ve indirekt braket yapıştırma prosedüründeki adımlar şu şekildedir:

- yüzeyin temizlenmesi,
- mine pürüzlendirmesi,
- seal işlemi,
- bonding.

Mine yüzeyinin pürüzlendirme aşaması öncesi temizlenmesi işlemi braketin bağlanma kuvveti üzerine etkiliyken, mine pürüzlendirmesi esnasında uygulanan teknik farklılıklar mine dokusunda demineralizasyon alanları oluşturabilmektedir. Pürüzlendirici ajanın uygulama şekli, çeşidi ve süresi demineralizasyon üzerinde etkili olan önemli konulardır. İlgili alan izole edildikten sonra, pürüzlendirici solüsyon veya jel 15 ila 30 saniye boyunca mine dokusu üzerine uygulanır. Pürüzlendirme periyodunun sonunda pürüzlendirici ajan su spreyi ile iyice durulanır. Sonra, dişler buzlu cam görünümü sağlanana kadar nem ve yağ içermeyen bir hava spreyi ile iyice kurutulur. Bu prosedür ortodontide asit ile yapılan pürüzlendirmenin genel kullanımını yansıtmaktadır. Ancak, mine yüzeyinin hazırlanması ile ilgili birkaç konuda tartışmalar devam etmektedir. Bunlardan biri şudur; pürüzlendirme tüm fasyal mine dokusunu mu yoksa sadece braket tabanı ile çevresindeki küçük bir bölümünü

mü kaplamalıdır? Braket tabanından hafif genişçe bir alanı pürüzlendirmek mantıklı görünse de 25 yılı aşkın klinik tecrübeler minenin tüm fasiyal yüzeyinin pürüzlendirilmesinin en azından düzenli olarak flor içerikli ağız gargaraları kullanıldığında zararsız olduğunu göstermektedir. [171] Fakat herhangi bir koruyucu ajanın hekim ya da hasta tarafından uygulanmadığı durumlarda pürüzlendirme alanının mine dokusu üzerindeki demineralizasyon etkisini özellikle ağız hijyeni iyi olmayan bireylerde değerlendiren bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu bilgilerin ışığında araştırmamızda, klinik ortodontik uygulamalarda en sık kullandığımız mine pürüzlendirme yöntemleri olan asit ve self-etch uygulamalarıyla birlikte Er-YAG lazerin manuel ve X-runner el aletiyle uygulama prosedürlerinin demineralizasyon açısından mine yüzeyine in vitro etkilerinin incelenmesi hedeflenmiştir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Çalışmada Kullanılan Dişler

Çalışmamızda, 48 üst ve 52 alt olmak üzere toplam 100 adet insan küçük azı dişi kullanıldı. Power ve Sample size programı kullanılarak yapılan Power analizi sonucunda Power: 0,80 ve α : 0,05 için tespit edilen örneklem sayısı her grup için minimum n:7 olarak saptandı. Çalışmamızda küçük azı dişleri her bir grupta 25 adet küçük azı dişi olacak şekilde 4 ayrı gruba rastgele dağıtıldı. Küçük azı dişleri, Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı'na tedavi amacıyla başvuran ve çapraşıklık nedeniyle küçük azı dişlerinin çekimi planlanan hastalardan elde edildi. Dişlerin seçiminde şu kriterler dikkate alındı:

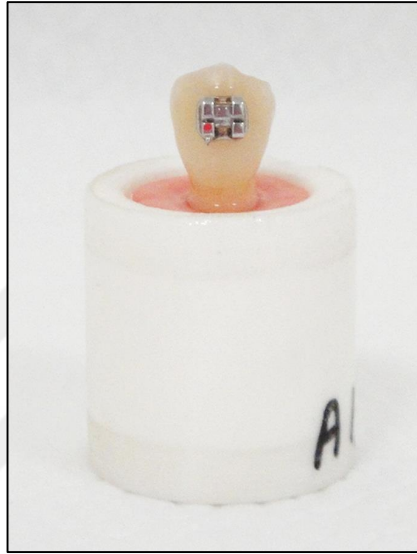
- Dişin ortodontik amaçla çekilmiş olması,
- Çürük, renklenme veya beyaz nokta lezyonu bulunmaması,
- Dolgu veya restorasyon içermemesi,
- Mine üzerinde kırık, çatlak veya davye izi bulunmaması,
- Florozisli olmaması,
- Dişlerin vestibül yüzeyinde malformasyon olmaması.

3.2. Dişlerin Saklanma Koşulları

Çekimleri yapılan dişler, diş taşı ve yumuşak doku kalıntıları kontrol edildikten sonra deneyler başlatılıncaya kadar bakteri gelişimini önlemek amacıyla haftada bir kez yenilenen distile suda, karanlıkta ve oda sıcaklığında bekletilmiştir.

3.3. Akrilik Blokların Hazırlanması

Dişler, 20,6 dış, 13,2 mm iç çap ölçülerine sahip plastik su borusunun kesilmesiyle elde edilen kalıplara yerleştirilen otopolimerizan akrilik içerisine gömüldü (Resim 1). Dişler kalıpların tam ortasında olacak şekilde, yer düzlemine dik açıyla yerleştirildi. Dişlerin kuronlarına herhangi bir kimyasal maddenin teması engellendi. Akrilik bloklara yerleştirilen dişler deney aşamasına kadar olan süreçte kurumamaları amacıyla distile suda bekletildi.



Resim 1. Akrilik bloğa gömülü örnek

3.4. Çalışmada Kullanılan Braket

Çalışmamızda 48 üst, 52 alt olmak üzere toplam 100 adet Mini-Master (American Orthodontics, Sheboygan, ABD) 0,018 slot küçük azı braketi kullanıldı (Resim 2). Üst ve alt braketlerin taban boyutları dijital kumpas yardımıyla ölçüldü. Değerler her iki braket için de aynı olmakla birlikte 3,85 x 3,01 mm olarak belirlendi. Analizlerde braket çevresi vestibül mine yüzeyi inceleneceğinden braketlerin hook kısımları çalışma öncesi separasyon diski ile laboratuvarında kesildi.



Resim 2. Çalışmamızda kullanılan Mini Master (AO) braket seti

3.5. Mine Yüzeyinin Pürüzlendirilmesinde Kullanılan Materyal ve Cihazlar

Tüm dişlerin bukkal ve palatinal yüzeyleri yavaş hızda çalışan hava soğutmalı mikromotor yardımıyla pomza ile 10 sn. süreyle temizlendi (Resim 3). Daha sonra dişler basınçlı suyla yıkandı ve yağsız hava-su spreyi ile kurutuldu. Yüz adet küçük azı dişi pürüzlendirme işlemine göre, herbir grupta 12 adet üst, 13 adet alt olacak şekilde 4 gruba ayrıldı.



Resim 3. Çalışmamızda kullanılan pomza

3.5.1. Ortofosforik asit grubu (Asit)

Dişler kurutulduktan sonra %37'lik konsantrasyondaki likit formda ortofosforik asit (Liquid Etchant, Reliance Orthodontic Products, Inc., Itasca, ABD) dişlerin orta 1/3'lük kısmına denk gelen vestibül yüzeylerine uygulandı (Resim 4). Üretici firmanın talimatlarına uygun olacak şekilde asitleme süresi 30 sn. olarak ayarlandı. Daha sonra asit uygulanan diş yüzeyi 20 sn. boyunca yıkandı ve 15 sn. boyunca da yağsız hava-su spreyi ile kurutuldu. İşlem sonucunda dişlerin vestibül yüzeyinde tebeşirimsi mat görüntü elde edildi.



Resim 4. Çalışmamızda kullanılan likit form ortofosforik asit

3.5.2. Self-etch grubu (Self-Etch)

Kendinden asitli primer olarak Transbond Plus Self Etching Primer (3M Unitek Orthodontic Products, Kaliforniya, ABD) kullanıldı (Resim 5). Tek kullanımlık pakete sahip bu ürün üç bölmeden oluşmaktadır. İlk bölme, metakrilatlı fosforik asit esterlerini, fotosensitörleri ve stabilize edici ajanları, ikinci bölme, su ve çözülebilir florü, üçüncü bölme ise aplikatör olan mikrofirçayı içerir. Sistem ilk bölmenin sıkılıp ikincinin üzerine katlanmasıyla aktive olur. Karışan maddeler, üçüncü bölme aktarıldıklarında aplikatörün ucunu ıslatırlar. Dişler kurutulduktan sonra kendinden asitli primere doyurulmuş aplikatör ucu 3 sn. boyunca braketin yapıştırılacağı dişin orta 1/3'lük vestibül yüzeyine ovalayarak sürüldü. Yağsız ve nemsiz bir hava spreyi ile primer diş yüzeyinde ince bir tabaka kalacak şekilde kurutuldu.



Resim 5. Çalışmamızda kullanılan kendinden asitli primer

3.5.3. Er:YAG lazer grubu (Lazer M)

Pürüzlendirilmesi istenen bölgeye yaklaşık 15 sn. süreyle Er:YAG lazer (LightWalker, Fotona, Slovenya) gücü 1,2 W, dalga boyu 2.940 nm, pulsasyon enerjisi 120 mJ, pulsasyon sıklığı 10 Hz, %40 su, %50 hava oranlarında olacak şekilde Quantum Square Pulse (QSP) modunda manuel olarak uygulandı (Resim 6, Resim 7). Lazer, başlık dış yüzeyine 1 mm mesafede ve dik olacak şekilde, temaslı modda kullanıldı. Uygulama, asit ve kendinden asitli primer uygulamalarına benzer şekilde dişin orta 1/3'lük kısmına denk gelen vestibül yüzeyinde yapıldı. Lazerin uygulama değerleri belirlenirken daha önce farklı pürüzlendirme metotlarının mine dokusu üzerindeki mekanik etkilerini karşılaştıran bir çalışma referans alındı. [172]



Resim 6. Çalışmamızda kullanılan Er:YAG lazer

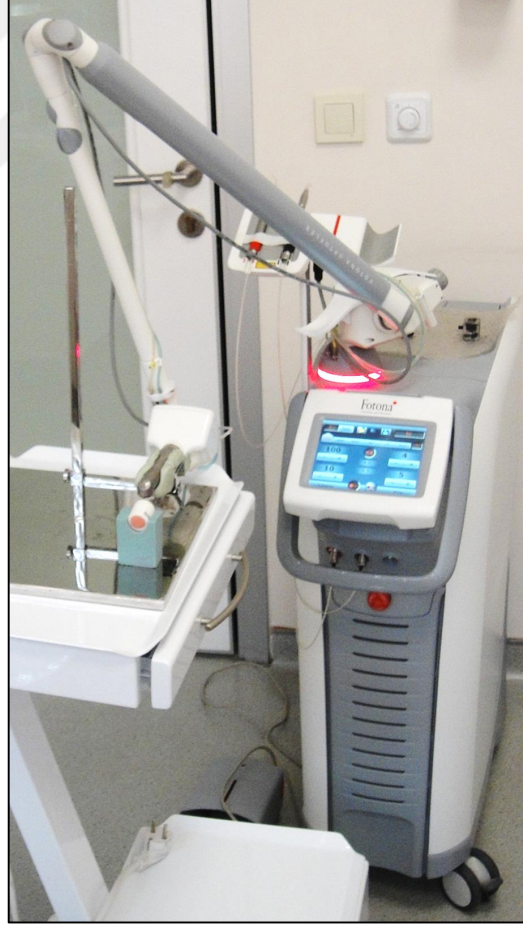


Resim 7. Çalışmamızda kullanılan Er:YAG lazer değerleri

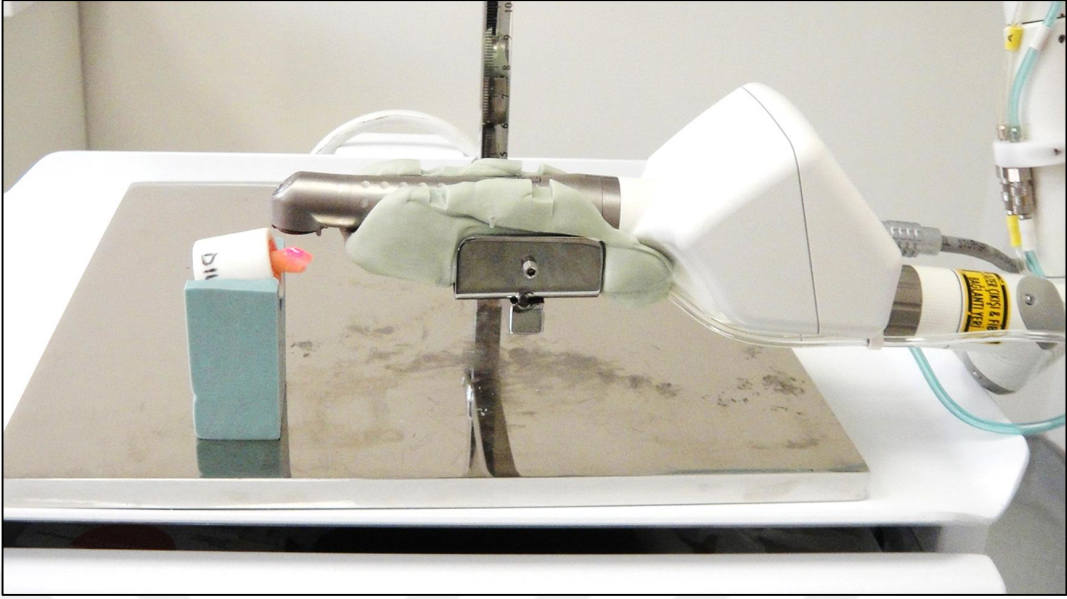
3.5.4. X-runner grubu (Lazer X)

Braketin geleceği alana Er:YAG lazer, yeni tanıtılan bir ürün olan X-runner (LightWalker, Fotona, Slovenya) el aleti ile uygulandı (Resim 8). Bu el aletinin avantajı; pürüzlendirilecek alanın boyutu ve şeklinin önceden belirlenebilmesi ve ayrıca el hassasiyeti gerektirmeden homojen tarama sağlayabilmesidir. Kullanılan braketin taban ölçülerinden yaklaşık 1'er mm daha büyük olacak şekilde taranacak alan 4 mm x 5 mm olarak belirlendi. Örnekler arasında standardizasyon sağlayabilmek adına pürüzlendirilecek mine yüzeyi ile cihaz arasındaki mesafeyi 10 mm olarak ayarlayan bir düzenden yararlanıldı (Resim 9).

Cihazın dalga boyu 2.940 nm, gücü 1 W, pulsasyon enerjisi 100 mJ, pulsasyon sıklığı 10 Hz, %40 su, %50 hava oranlarında olacak şekilde ayarlandı ve cihaz temassız moda, Quantum Square Pulse (QSP) modunda uygulandı (Resim 10). Lazerin uygulama değerleri belirlenirken daha önce farklı pürüzlendirme metotlarının mine dokusu üzerindeki mekanik etkilerini karşılaştıran bir tez çalışması referans alındı. [172]



Resim 8. Çalışmamızda kullanılan X-runner el parçası



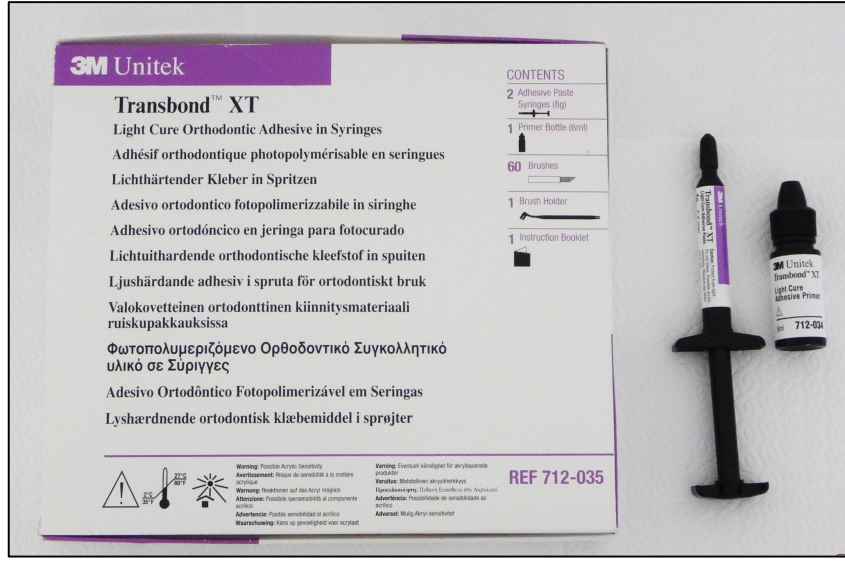
Resim 9. X-runner grubunda standardizasyon amaçlı oluşturulan düzenek



Resim 10. Çalışmamızda kullanılan X-runner değerleri **a.** Güç değerleri, **b.** Alan değerleri

3.6. Çalışmada Kullanılan Yapıştırıcı

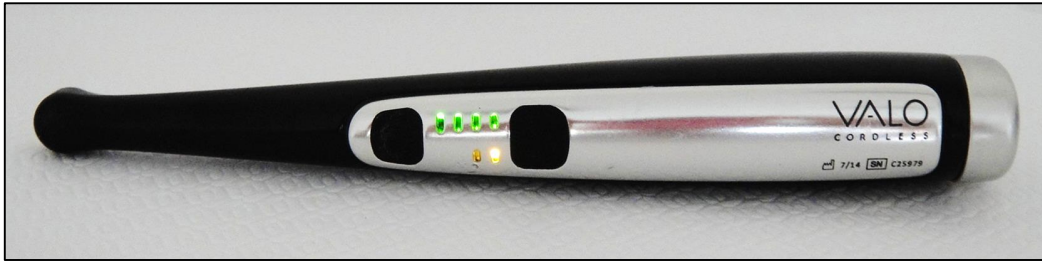
Braketleri diş yüzeyine yapıştırmada sıvı primer ve yapıştırıcı pattan oluşan Transbond XT (3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya, ABD) ortodontik adeziv kullanıldı (Resim 11). Patın içeriği quartz silika, Bis-GMA, Bis-EMA iken sıvı primer Bis-GMA'dan oluşmaktadır. Işıkla polimerize olan bu yapıştırıcının hem sıvı primer hem de yapıştırıcı pat kısmında ışığa duyarlı komforokinon bulunmaktadır.



Resim 11. Çalışmamızda kullanılan yapıştırıcı

3.7. Çalışmada Kullanılan Işık Kaynağı

Çalışmamızda ışıkla sertleşen yapıştırıcının polimerizasyonu için Valo (Ultradent, South Jordan, ABD) kablosuz ışık cihazı kullanıldı (Resim 12). LED ışık kaynağı kullanan bu cihazın ürettiği ışık 395-480 nm dalga boyuna sahiptir. Üç polimerizasyon modu (Standart Güç-1000 mW/cm², Yüksek Güç-1400 mW/cm² ve Xtra Güç-3200 mW/cm²) bulunmaktadır..



Resim 12. Çalışmamızda kullanılan ışık kaynağı

3.8. Braketlerin Yapıştırılması

Pürüzlendirilen mine yüzeyine önce bond fırçası yardımıyla primer (Transbond XT primer, 3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya, ABD) uygulandı. Braket kaidesine yeterli miktarda Transbond XT yapıştırıcı sürüldükten sonra, tutucu yardımıyla braketler diş yüzeyinde orta 1/3'lük kısma yerleştirildi. Bir sond aracılığıyla braketlere sabit bir basınç uygulandı ve braketlerin etrafından taşan fazla yapıştırıcı artıkları temizlendi. Yapıştırıcının polimerizasyonunu sağlamak için braket ile dişin mezial ve distal temas bölgelerine, Valo ışık

cihazı ile Xtra güç modunda 3 sn. ışık uygulandı.

3.9. Demineralizasyon-Remineralizasyon Siklusu (pH Siklusu)

Araştırmamızda özellikle ağız hijyeni iyi olmayan bireylerdeki ağız içi ortamı taklit etmek amacıyla pH siklusu uygulanarak beyaz nokta lezyonlarının oluşumu sağlandı. Kullandığımız demineralizasyon ve remineralizasyon solüsyonları, Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi Analitik Biyokimya Laboratuvarı'nda hazırlandı.

Araştırmada kullanılan pH siklusu Hu ve Featherstone'un [149] çalışmasındakine benzer şekilde günlük 6 saat demineralizasyon ve 17 saat remineralizasyon döngüsünden oluştu. Demineralizasyonun değerlendirileceği örnekler, ilk olarak 6 saat boyunca (saat 9.00-15.00 arasında) vücut ısısını taklit edecek şekilde 37°C etüvde ve pH'sı 4,6 olan demineralizasyon solüsyonunda, her bir gruptaki örnekler ayrı ayrı 600 ml'lik cam beher içerisinde olacak şekilde bekletildi (Resim 13). Ardından örnekler bu solüsyondan çıkarılarak deiyonize su ile yıkandı ve hafifçe kurutuldu. Demineralizasyon solüsyonundan çıkarılan dişler fırçalama ile oluşan mekanik abrazyonu taklit etmek için elde, fırça (Oral B® ortho brush, Procter & Gamble, Cincinnati, Ohio, ABD) ile 30 saniye boyunca fırçalandı (Resim 14). [173] Bu işlemi takiben örnekler, sonraki 17 saat boyunca (saat 16.00-09.00 arasında) 37°C etüvde ve pH'sı 6,8 olan remineralizasyon solüsyonunda bekletildi. Örnekler daha sonra bu solüsyondan çıkarılarak deiyonize su ile yıkandı, hafifçe kurutuldu ve tekrar demineralizasyon solüsyonu içerisine bırakıldı. Bu şekilde siklus 14 gün boyunca devam ettirildi. Herhangi bir saturasyon oluşmasını engellemek ve tükürük akışını taklit etmek amacıyla solüsyonlar her gün yenilendi.



Resim 13. Çalışmamızda örneklerin içerisinde bekletildiği etüv cihazı



Resim 14. Örneklerin fırçalanmasında kullanılan diş fırçası

3.9.1. Siklusta kullanılan solüsyonlar ve içerikleri

Çalışmamızda kullanılan demineralizasyon ve remineralizasyon solüsyonlarının içeriği belirlenirken Gillgrass ve ark.'nın [174] çalışması referans alındı. Demineralizasyon solüsyonunun pH değeri 4,6 olup, 2,0 mM Ca^{+2} , 2,0 mM PO_4^- , 50 mM asetik asit içermektedir (Resim 15). Remineralizasyon solüsyonunun pH değeri ise 6,8 olup, 2,0 mM CaCl_2 , 2,0 mM NaH_2PO_4 içermektedir (Resim 16). pH değeri uyumlamasında demineralizasyon solüsyonu için 1,0 M derişikteki NaOH, remineralizasyon solüsyonu için ise 0,1 M derişikteki NaOH kullanıldı.



Resim 15. Çalışmamızda kullanılan demineralizasyon solüsyonunu hazırlamak için kullanılan kimyasallar

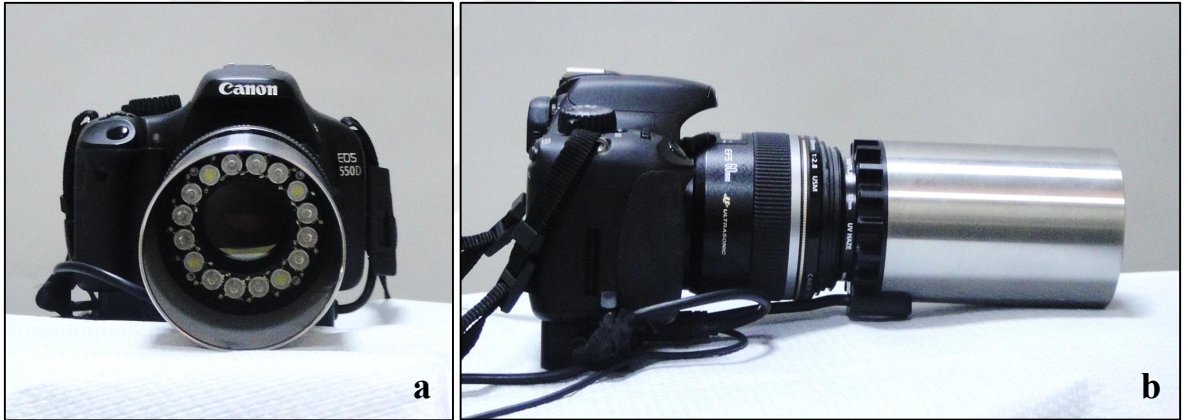


Resim 16. Çalışmamızda kullanılan remineralizasyon solüsyonunu hazırlamak için kullanılan kimyasallar

3.10. QLF Analizi

pH siklus döngüsü tamamlanan örneklerin incelenmesi Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda bulunan QLF-D Biluminator™ (Inspektor Research Systems BV, Amsterdam, Hollanda) cihazı ile yapıldı (Resim 17).

QLF-D Biluminator 2,60 mm makro lensli Single Lens Reflex (SLR) kameraya yerleştirilmiş Biluminatörden oluşmaktadır. Biluminatör, beyaz ışık ve QLF görüntülerini oluşturmak için ışık kaynağı ve filtrelerini içermektedir. Ayrıca arşivleme ve analiz için gerekli yazılıma sahip 15,6'' bilgisayara da bağlantı sağlamaktadır. Arşivleme için C3 yazılımı (C3 data acquisition software, Inspektor Research Systems BV, Amsterdam, Hollanda), analiz için ise QA2 yazılımı (QA2 data analysis software, Inspektor Research Systems BV, Amsterdam, Hollanda) kullanılmaktadır.



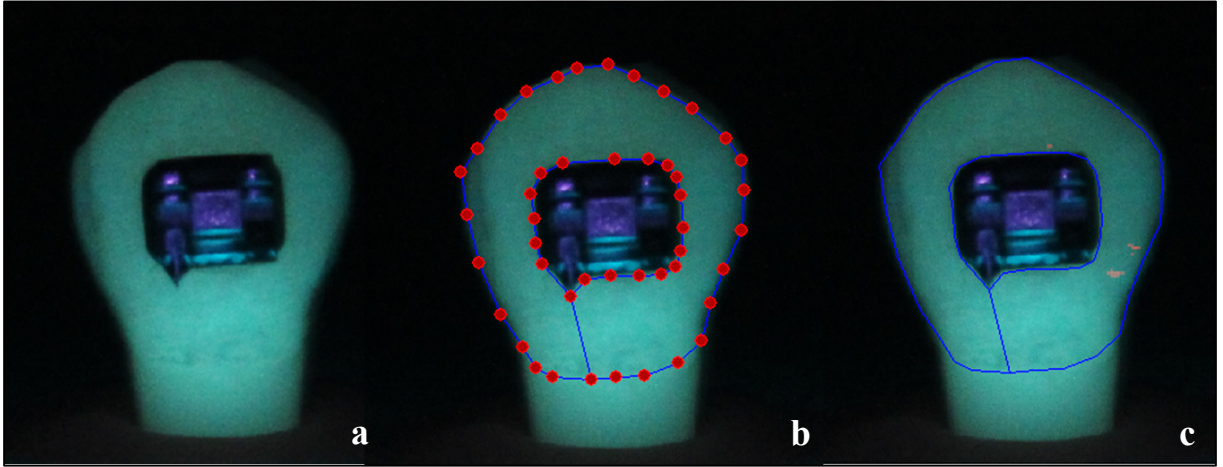
Resim 17. QLF-D Biluminator 2,60 mm makro lensli Single Lens Reflex (SLR) kamera ve biluminatör görüntüsü **a.** Önden görünüş, **b.** Yandan görünüş

Örnekler, içerisinde deiyonize su bulunan kaptan tek tek çıkartılarak dikkatlice 15 sn. kurulandı. Örnek yüzeyleri ile kamera arasındaki mesafenin her zaman aynı olması için kamera bir masa üzerine yerleştirilerek yeri sabit tutuldu (Resim 17). Örnekler de aynı şekilde örneğin duracağı alanın işaretli olduğu bir masa üzerine yerleştirildi (Resim 18).



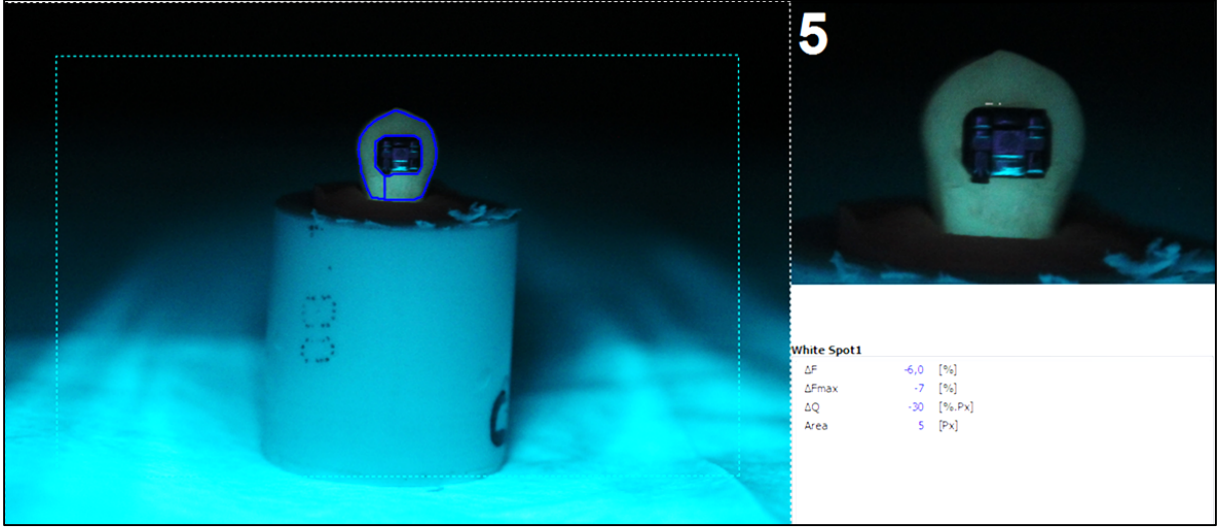
Resim 18. QLF görüntüleri oluşturulurken örneklerin yerleştirileceği alanın belirlenmesi

QLF cihazı ile iki farklı resim elde edildi. Bunlardan biri standart beyaz ışık görüntüsü, diğeri QLF görüntüsüdür. Demineralizasyon alanlarını tespit etmek için QLF görüntüsü kullanıldı (Resim 19). Analizi istenilen bölge analiz programında braket etrafındaki vestibül mine yüzeyinin tamamını kapsayacak şekilde manuel olarak işaretlendi (Resim 19). Standardizasyonu sağlamak adına işaretlemeler aynı araştırmacı tarafından yapıldı.



Resim 19. QLF analiz aşamaları **a.** Örnekten elde edilen QLF kamera görüntüsü **b.** Örnek üzerinde analizi istenilen bölgenin işaretlenmesi **c.** İlgili alandaki QLF analizi görüntüsü

QLF analizi sonucunda floresanstaki yüzde olarak ortalama değişim miktarı [$\Delta F(\%)$], lezyon sınırları içindeki yüzde olarak en yüksek floresans değişim miktarı [$\Delta F \text{ max} (\%)$], lezyon alanı (Px), $\Delta Q (\%Px)$ [$\Delta F (\%) \times \text{lezyon alanı}$] olmak üzere dört adet ölçüm elde edildi (Resim 20).



Resim 20. QLF analizi yapılan örneğin sonuçlarının elde edildiği ekran görüntüsü

3.11. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için IBM SPSS Statistics Version 22.0 (IBM SPSS, Armonk, NY: IBM Corp.) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilks testi ile değerlendirildi ve verilerin normal dağılıma uygunluk göstermediği saptandı. Parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında Kruskal Wallis testi, farklılığa neden olan grubun tespitinde ise Mann Whitney U testi kullanıldı. Anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirildi.

4. BULGULAR

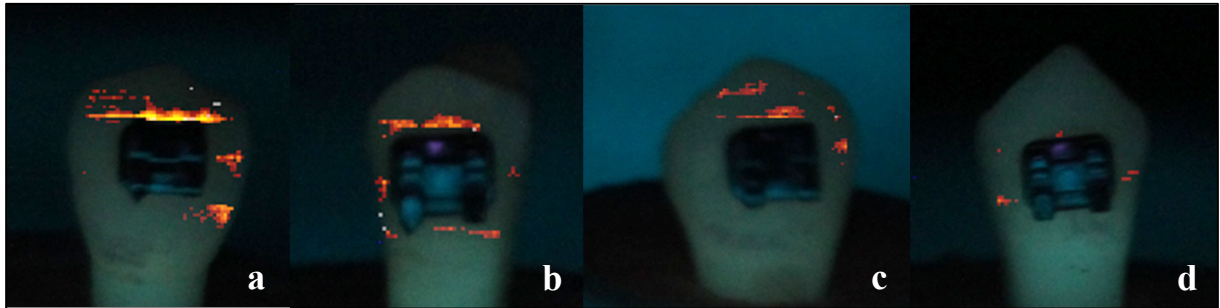
Farklı yüzey pürüzlendirme yöntemleri kullanılarak braketlerin yapıştırıldığı örneklerin pH siklus sonrası QLF cihazı ile braket çevresi vestibül mine yüzeylerinin demineralizasyon açısından değerlendirme sonuçları Tablo 1’de gösterilmektedir.

	Asit	Self Etch	Lazer M	Lazer X	p
	Ort±SS (medyan)	Ort±SS (medyan)	Ort±SS (medyan)	Ort±SS (medyan)	
ΔF (%)	-8,72±3,47 (-8,4)	-5,68±4,08 (-6,4)	-6,71±3,31 (-7,1)	-4,71±4,01 (-5,6)	0,001**
ΔF max (%)	-18,4±9,04 (-18)	-7,84±7,06 (-7)	-9,8±6,8 (-9)	-5,52±5,57 (-6)	0,001**
ΔQ (%Px)	-258,44±237,26 (-167)	-61,88±117,94 (-13)	-126,04±253,57 (-33)	-24,52±36,25 (-6)	0,001**
Area (Px)	28,36±26,11 (19)	6,64±11,7 (2)	13,8±23,63 (5)	2,96±3,93 (1)	0,001**

Kruskall Wallis Test

** $p < 0,01$

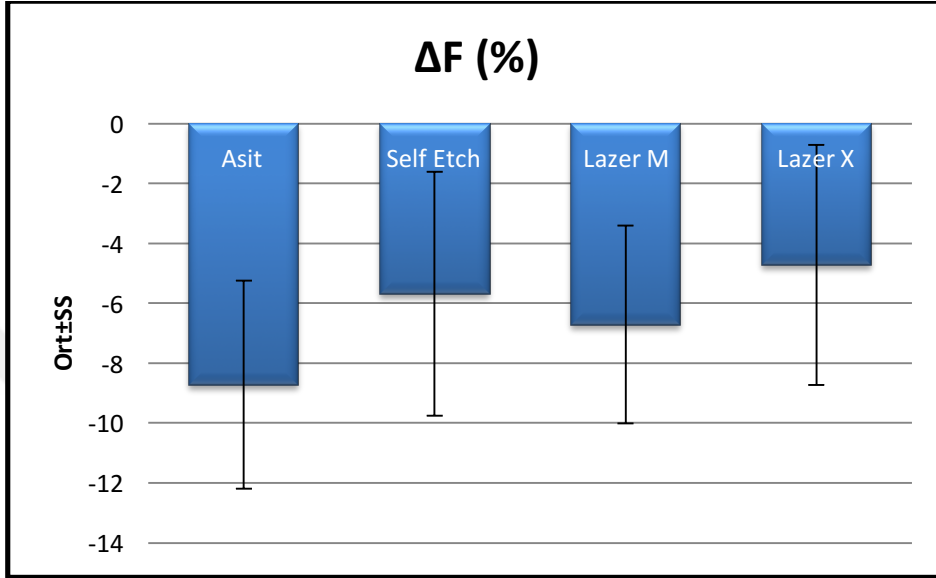
Tablo 1. Gruplara göre sonuçların değerlendirilmesi. ΔF (floresanstaki yüzde olarak ortalama değişim miktarı), ΔF max (lezyon sınırları içindeki yüzde olarak en yüksek floresans değişim miktarı), ΔQ (Area x ΔF), Area (lezyon alanı)



Resim 21. QLF analiz görüntüleri a. Total etch grubu b. Self etch grubu c. Lazer M grubu d. Lazer X grubu

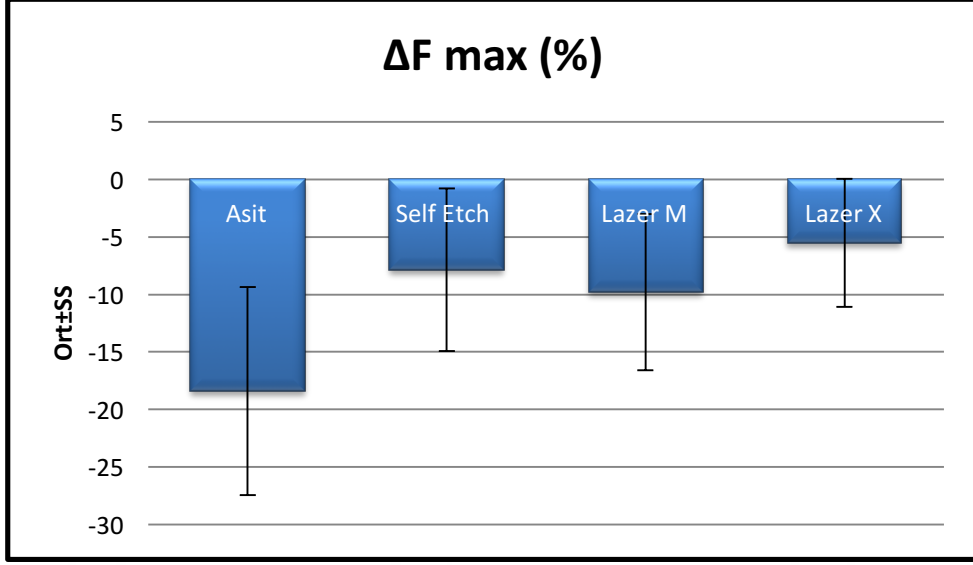
Gruplar arasında ΔF (%) sonuçları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p < 0,001$; $p < 0,01$). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Asit grubunun ΔF (%) sonuçları, Self Etch

(p: 0,009), Lazer M (p: 0,048) ve Lazer X (p: 0,001) gruplarından anlamlı şekilde düşük bulunmuştur (p<0,05; p<0,01). Lazer X grubunun ΔF (%) sonuçları, Lazer M grubundan anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur (p: 0,030; p<0,05). Diğer gruplar arasında ΔF (%) sonuçları açısından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0,05) (Grafik 1).



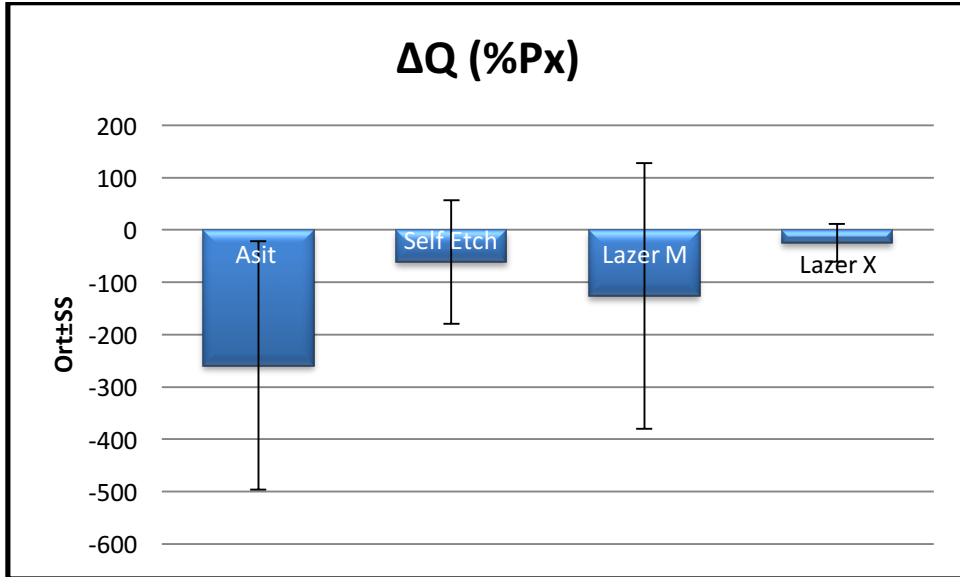
Grafik 1. Gruplar arası ΔF sonuçlarının değerlendirilmesi

Gruplar arasında ΔF max (%) sonuçları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p: 0,001; p<0,01). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Asit grubunun ΔF max (%) sonuçları, Self Etch (p: 0,001), Lazer M (p: 0,001) ve Lazer X (p: 0,001) gruplarından anlamlı şekilde düşük bulunmuştur (p<0,01). Lazer X grubunun ΔF max (%) sonuçları, Lazer M grubundan anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur (p: 0,006; p<0,01). Diğer gruplar arasında ΔF max (%) sonuçları açısından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0,05) (Grafik 2).



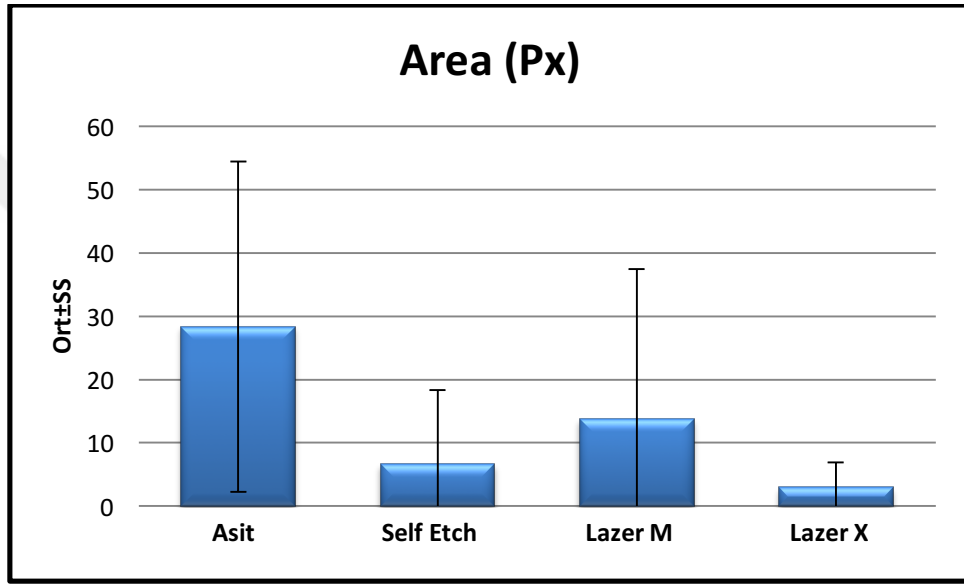
Grafik 2. Gruplar arası ΔF max sonuçlarının değerlendirilmesi

Gruplar arasında ΔQ (%Px) sonuçları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p: 0,001; p<0,01). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Asit grubunun ΔQ (%Px) sonuçları, Self Etch (p: 0,001), Lazer M (p: 0,002) ve Lazer X (p: 0,001) gruplarından anlamlı şekilde düşük bulunmuştur (p<0,01). Lazer X grubunun ΔQ (%Px) sonuçları, Lazer M grubundan anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur (p: 0,013; p<0,05). Diğer gruplar arasında ΔQ (%Px) sonuçları açısından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p>0,05) (Grafik 3).



Grafik 3. Gruplar arası ΔQ sonuçlarının değerlendirilmesi

Gruplar arasında Area (Px) sonuçları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır (p: 0,001; $p < 0,01$). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Asit grubunun Area (Px) sonuçları, Self Etch (p: 0,001), Lazer M (p: 0,003) ve Lazer X (p: 0,001) gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p < 0,01$). Lazer M grubunun Area (Px) sonuçları, Lazer X grubundan anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur (p: 0,012; $p < 0,05$). Diğer gruplar arasında Area (Px) sonuçları açısından anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0,05$) (Grafik 4).



Grafik 4. Gruplar arası Area sonuçlarının değerlendirilmesi

5. TARTIŞMA

Ortodontik uygulamalarda rutin olarak kullanılan bonding uygulaması, mine yüzeyinin asitle pürüzlendirilmesi sonrası bonding ajanının ve braket kaidesine yerleştirilen kompozit yapıştırıcının uygulanması basamaklarını içermektedir. Asitleme ve yıkama olarak iki ayrı aşamaya sahip adeziv sistem uygulamalarında genellikle konsantrasyonu %35-37 olan fosforik asit kullanılmaktadır. [171]

Mine yüzeyine asit uygulandığında mine dokusunun inorganik yapısı dekalsifiye olur. Özellikle tedavi sırasında dental plağın yeteri kadar iyi uzaklaştırılmamasına bağlı olarak artan asidite, asit uygulanan minede daha hızlı çürük oluşumuna sebep olur. Özellikle de sabit ortodontik tedavi gören hastalarda başlangıç mine çürüğü olarak bilinen beyaz nokta lezyonlarının görülme sıklığı oldukça yüksektir. [4]

Ortodontik ataçmanların yapıştırılmasında asit ile pürüzlendirme, en çok kabul gören geleneksel pürüzlendirme tekniği olmasına rağmen klinik açıdan özellikle ağız hijyeni yetersiz hastalarda demineralizasyon riskini azaltacak yeni bir uygulamaya ihtiyaç duyulmaktadır. Klinisyenler tarafından her ne kadar demineralizasyonu önleyecek bir yöntem kullanılarak braketlerin yapıştırılması istense de sabit ortodontik tedavilerin başarısında braket tutuculuğunun sağlanması da oldukça önemlidir. Mine yüzeyi ile braket arasındaki bağlantının dayanıklılığı braket kaidesinin retansiyon mekanizması, kullanılan adeziv sistemi ve mine yüzeyini pürüzlendirme tekniğine bağlıdır. [175]

Asitle pürüzlendirme yönteminin ağız hijyeni kötü hastalarda demineralizasyona olan yatkınlığı arttırması ve demineralizasyonu önlemek amacı ile geliştirilen yeni adeziv sistemlerin bağlanma dayanımlarında elde edilen çelişkili bulgular, mine yüzeyini pürüzlendirmek için araştırmacıları alternatif arayışlarına zorlamıştır. [176]

Son yıllarda mine yüzeyini pürüzlendirmek amacıyla asit uygulanmasına alternatif olarak lazer kullanımına eğilim artmaktadır. [5-19] Lazer enerjisinin uygun parametrelerde kullanıldığında mine demineralizasyonunu ve çürük oluşumunu da önleyebileceği yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. [177-189] Aynı zamanda lazerin mine yapısında bulunan hidroksiapatitlerin içinde sıkışmış suyun buharlaşması ile oluşan mikropatlamalar sonucunda

mine yüzeyinde erime ve ablasyon sağlayarak mikromekanik tutuculuğu artıran bir yüzey yapısı oluşturduğu bildirilmiştir. [190]

Asitle pürüzlendirmede işlem basamaklarının fazla olması, yıkama ve kurutma işlemlerinin teknik hassasiyet gerektirmesi, lazerin pratik ve basit kullanımı karşısında bu tekniğin en önemli dezavantajlarıdır. Ayrıca nem kontrolünü sağlamanın zor olduğu vakalarda da lazer kullanımı avantaj sağlamaktadır.

Çalışmamızda dijital olarak kontrol edilebilen Er:YAG lazer ile geleneksel yüzey pürüzlendirme yöntemlerinin demineralizasyona etkisi ortodontik amaçla çekilen küçük azı dişleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

Yapay çürük oluşturma modellerinden biri kullanılarak mine yüzeyinde deneysel olarak demineralizasyon oluşturulan çalışmalarda incelenecek mine yüzeyi, aside dayanıklı bir vernik ile sınırlandırılmıştır. [6, 181, 183, 191] Çalışmamızda demineralizasyonun değerlendirileceği örneklerde klinik koşulları taklit etmek amacıyla pürüzlendirilecek alanın sınırları tespit edilmemiş ve braket çevresindeki tüm vestibül diş yüzeyi çalışmaya dahil edilmiştir. Ancak örneklerin analiz sırasında sabit kalması, QLF cihazından çıkan ışığın dişlere standart açıyla aktarılabilmesi için çalışmamızda örnekler akrilik bloklara gömülmüştür.

Literatürde yer alan çalışmalarda mine yüzeyini pürüzlendirmek amacıyla kullanılan fosforik asit konsantrasyonu ve uygulama süresi farklılık göstermektedir. [10, 13, 14, 16, 17, 19, 176, 192] Çalışmamızda %37'lik konsantrasyonda sıvı formdaki fosforik asit, üretici talimatlarına uygun olacak şekilde 30 saniye süreyle uygulanmıştır.

Çalışmamızda mine pürüzlendirme uygulaması sonrası braketler diş yüzeylerine Transbond XT (3M Unitek, Monrovia, Kaliforniya, ABD) rezin kullanılarak yapıştırılmıştır. Transbond XT'nin salgıladığı florür miktarının ihmal edilebilir seviyede olması sebebiyle tercih edilmiştir. [193] Braket çevresi demineralizasyon alanlarına pürüzlendirme yöntemlerinin etkisi inceleneceğinden demineralizasyonu engelleyici bir rezin ajanın kullanımından kaçınılmıştır.

Banks ve Richmond, çalışmalarında visköz yapıda, kimyasal olarak sertleşen ve

florür serbestleyen bir bonding olan Maximum Cure ile Transbond XT rezinini kıyaslamış ve Maximum Cure'ün Transbond XT'ye oranla demineralizasyonu engellediği rapor edilmiştir. Ayrıca Transbond XT, demineralizasyonu engellemede önemli bir sonuç gösterememiştir. [151]

Atıcı gerçekleştirdiği doktora tez çalışmasında Transbond XT bonding materyalinin, in vitro demineralizasyon–remineralizasyon siklusu sonucunda demineralizasyonu engellemede etkin olamadığı sonucuna ulaşmıştır. [194] Gorton ve Featherstone [195], Banks ve Richmond [151], Schmit ve ark. [196], Sudjalim ve ark. [197], Transbond XT'yi mine demineralizasyonunun engellenmesinde etkisiz bulmuşlardır. Paschos ve ark. da üç farklı bonding ajanını braket çevresi mine demineralizasyonunu önleyebilme etkinliği açısından karşılaştırmış ve Transbond XT'nin flor salınımı yapan bonding ajanlara kıyasla yetersiz olduğunu bildirmişlerdir. [198] Ayrıca bu çalışmada Transbond XT'nin aksine Transbond Plus kendinden asitli primerin demineralizasyon gelişimini etkileyebilecek flor serbestleyebildiği de söylenmiştir. [198] Baysal ve ark.'larının yürüttüğü başka bir çalışmada ise Transbond Plus kendinden asitli primerin kullanıldığı grupta, aralarında Transbond XT primerin de bulunduğu diğer gruplara göre mine dokusundan daha fazla kalsiyum kaybı gerçekleştiği sonucuna ulaşılmıştır. [199] Visel ve ark., konvansiyonel ve kendinden asitli primerleri karşılaştırdığı çalışmasında demineralizasyonu önlemede Transbond Plus kendinden asitli primerin daha olumlu sonuçlar verdiğini bildirmiştir. [200] Transbond Plus kendinden asitli primerin demineralizasyon süreci üzerine etkisi hakkında birbirleriyle çelişen farklı çalışma bulguları olması sebebiyle bu konu üzerinde daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Billings ve Tabak'a göre mine yüzeyini pürüzlendirmek amacıyla kullanılacak lazerin belirlenmesindeki ilk adım ışığa maruz bırakılacak hedef dokunun fiziksel özelliklerinin bilinmesidir. [201] Dolayısıyla dokuda hangi moleküllerin bulunduğunu, bu moleküllerin hangi dalga boylarındaki ışığı absorbe ettiklerini veya geçirdiklerini bilmek gerekir. Doğru lazerin seçiminde diğer adım ise uygun dalga boyunun belirlenmesidir. [201] Mine yüzeyini pürüzlendirmek amacıyla farklı lazer sistemleri kullanılmış olmasına rağmen su ve hidroksiapatit tarafından absorpsiyonu oldukça yüksek olan Er:YAG lazerlerin bu amaçla kullanımı daha uygundur.

Er:YAG lazer kullanılarak braket bağlanma dayanımını değerlendiren bazı çalışmalarda, bu yöntemin asit ile pürüzlendirmeye alternatif bir yöntem olduğu iddia edilmektedir. [2, 7, 17] Bazı araştırmacılar tarafından ise bonding işleminde asit ve Er:YAG lazerin birlikte kullanımı önerilmektedir. [15] Çalışmamızda lazerin etkilerini tam olarak değerlendirebilmek amacıyla yüzey pürüzlendirmesi Er:YAG lazer tek başına kullanılarak yapılmıştır. Öncesinde veya sonrasında asitle kombine edilmeyerek yalnızca lazer uygulanarak gerçekleştirilen bu prosedür, klinik uygulama kolaylığı sağlamanın yanında bonding işlemi için gereken süreyi de kısaltmaktadır. [53]

Literatürde yer alan çalışmalar değerlendirildiğinde mine demineralizasyonunu önlemek ve mineyi pürüzlendirmek amacıyla 0,5-3 W arasında değişen farklı güç, 80-300 mJ arasında değişen farklı enerji seviyesi ve 2-25 Hz aralığında değişen farklı frekanslarda Er:YAG lazerlerin uygulandığı görülmektedir. [2, 6-19, 53, 62, 192]

Yapılan çalışmalarda aynı zamanda gücü 1-3 W arasında değişen Er:YAG lazer kullanılarak gerçekleştirilen bonding işleminde klinik açıdan kabul edilebilir bağlanma dayanımı elde edildiği görülmüştür. [12-14] Sağır ve ark., Er:YAG lazeri farklı atım değerlerinde kullanarak pürüzlendirdikleri mine yüzeyine yapıştırdıkları braketlerin kopma bağlanma dayanımlarını değerlendirmişler ve MSP (medium short pulse; 100 µs, 120 mJ, 10 Hz, 1,2 W) ile QSP (quantum square pulse; 120 mJ, 10 Hz, 1,2 W) modlarında kullanılan Er:YAG lazerin asit ile pürüzlendirme yöntemine alternatif olabileceğini bildirmişlerdir. [17]

Minenin lazer ile pürüzlendirilmesi sonucu elde edilen bağlanma kuvveti değiştirilen yüzey yapısı ile ilgilidir. [53] Bağlanma kuvvetleri değerlendirildiğinde lazerin kullanıldığı gruplardaki değerler geniş bir aralığa sahipken, asit ile pürüzlendirmenin yapıldığı gruplardaki bağlanma değerleri daha dar bir aralıkta yer almaktadır. Bu fark, lazer atışları esnasındaki süpürme hareketinin el ile yapılmasının bir sonucu olabilir. El hassasiyeti ile kontrol edilen bu hareket, hedef alanda elde edilen pürüzlendirme paternindeki zayıf standardizasyonun bir gerekçesi olarak gösterilebilir. [53]

Geleneksel yüzey pürüzlendirme yöntemleri ile dijital olarak kontrol edilebilen Er:YAG lazerin mine dokusu üzerindeki mekanik etkilerini karşılaştırmalı olarak inceleyen Karamehmetoğlu'na ait tez çalışmasında Er:YAG lazer grubunun (9,47±3,31 MPa) deney grupları içerisinde en yüksek braket bağlanma değerine sahip olduğu bulunmuştur. Er:YAG

lazer grubunu sırasıyla ortofosforik asit grubu ($8,11\pm 3,5$ MPa) ile X-runner grubu ($7,75\pm 2,51$ MPa) takip etmektedir. Deney grupları arasında brakelerin dış yüzeyine bağlanma değerleri istatistiksel olarak benzer ($p=0,148$) bulunmakta ve bulunan değerler Reynold [202] tarafından ortodontik uygulamalar için yeterli olduğu kabul edilen 5,9-7,8 MPa braket bağlanma kuvvetinin üzerindedir. [172]

Bu nedenle çalışmamızda Karamehmetoğlu'nun [172] tez çalışması referans alınarak mine yüzeyine uygulanan lazerin demineralizasyona olan etkisini değerlendirmek amacıyla manuel olarak uygulanan Er:YAG lazer, gücü 1,2 W, dalga boyu 2.940 nm, pulsasyon enerjisi 120 mJ, pulsasyon sıklığı 10 Hz olacak şekilde kullanılmıştır. Dijital olarak kontrol edilebilen X-runner el parçasıyla uygulanan Er:YAG lazerde ise cihazın dalga boyu 2.940 nm, gücü 1 W, pulsasyon enerjisi 100 mJ, pulsasyon sıklığı 10 Hz olacak şekilde ayarlanmıştır.

Correa-Afonso ve ark. yaptıkları çalışmada, su/hava soğutmasının mine demineralizasyonunu önlemede etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. [203] Hossain ve ark. ise Er:YAG lazer kullanılarak susuz ortamda çalışılan örneklerde SEM'de yapılan inceleme sonucunda mine yüzeyinde termal dejenerasyon oluştuğunu rapor etmişlerdir. [178] Sert dokuya uygulanan işlemlerde Er:YAG lazer kullanılması halinde sulu ortamda çalışılması gerektiği sonucuna varılmıştır. [18] Çalışmamızda Er:YAG lazer su/hava oranı 4/5 olacak şekilde Karamehmetoğlu'nun doktora tez çalışmasında in vitro şartlarda kullandığına benzer şekilde uygulanmıştır. [172] Böylece mine dokusunda çatlak oluşumu gibi hasarların minimize edileceği düşünülmektedir.

Lazerle pürüzlendirmenin ve/veya adeziv materyallerin demineralizasyona etkisini araştıran birçok çalışmada demineralizasyon oluşturabilmek için pH siklusu [3, 16, 183], in situ ağız modeli [180] ve asit tamponları [181] gibi farklı yöntemler uygulanmıştır. Çalışmalarını pH siklusunun kullanıldığı demineralizasyon-reminealizasyon modeli üzerinde planlayan birçok araştırmacı mevcuttur. [3, 16, 183, 189, 203-205] Çalışmamızda da deneysel olarak beyaz nokta lezyonu oluşumu pH siklusu uygulaması ile gerçekleştirilmiştir.

Çalışmamızda pH siklus modeli, ağız ortamında meydana gelen demineralizasyon ve reminealizasyon olaylarını taklit edebilmek için uygulanmıştır. Bu yöntemin demineralizasyon fazında 4,6 gibi düşük pH derecesinde asetik asit, kalsiyum ve fosfat içeren asit tamponları bulunmaktadır. Çalışmamızda kullanılan demineralizasyon solüsyonunun

içeriğindeki asetik asit, solüsyonun pH derecesini düşürerek plak bakterilerinin yarattığı asidik ortama benzer klinik şartları taklit etmektedir. Remineralizasyon solüsyonu içerisinde yer alan kalsiyum ve fosfat iyonları hazırlanırken, doğal tükürükte bulunan seviyenin korunmasına dikkat edilmiştir. Çalışmamızda kullanılan demineralizasyon ve remineralizasyon solüsyonlarının içeriği Gillgrass ve ark.'nın [174] çalışmalarında kullandıkları ile aynıdır. Aynı solüsyon içeriklerini kullanan farklı araştırmacılar da [155, 173, 206] bulunmakla birlikte in vitro çalışmalarda kullanılan solüsyonların içeriklerinin ana bileşenleri genel olarak benzerdir.

Örnekler, pH siklusunda çalışmanın amacı ve planlamasına uygun olacak şekilde belirli bir süre demineralizasyon, belirli bir süre de remineralizasyon solüsyonunda bekletilmiştir. Solüsyonlar her gün yenilenmiş ve farklı iki solüsyon içerisinde bekletme işlemi periyodik olarak gerçekleştirilmiştir. [207]

In vivo şartlarda demineralizasyon ve remineralizasyon olayları gün içerisinde art arda meydana gelmektedir. Genellikle in vitro pH siklus deneyleri, mine örneklerini her gün yaklaşık 6 saat süre boyunca demineralizasyona, 24 saatlik sürenin kalan kısmında ise remineralizasyona tabi tutmak üzere planlanmaktadır. [191, 208] Çalışmamızda da örnekler, Hu ve Featherstone'un çalışmasındakine benzer şekilde bir gün içerisinde 17 saat remineralizasyon, 6 saat demineralizasyon solüsyonu içerisinde bekletilmiştir. [149] 6 saat demineralizasyon süresi ile, ortalama olarak yemek sonrası asit atağı süresi taklit edilmiştir. Geriye kalan 17 saat remineralizasyon süresiyle de tükürüğün tamponlama süresi taklit edilmiştir. Solüsyon içerisindeki örnekler, benzer çalışmalar referans alınarak vücut ısısını taklit etmek üzere 37°C' de etüvde bekletilmiştir. [149, 155, 197] Kullanılan solüsyonlar hergün yenilenerek, solüsyon içeriklerinin kontrolsüz değişmesi ve sonuçlara olumsuz etki etmesi engellenmiştir.

Yapılan in vitro çalışmalarda, fırçalama nedeniyle oluşan mekanik abrazyonu taklit etmek için birçok farklı yöntem kullanılmıştır. Ortodontik tedavi gören hastalarda, iyi bir ağız hijyeni sağlanması için her bir diş yüzeyine günde 3 defa olmak üzere 5-7 fırça darbesi uygulanması gerektiği bildirilmiştir. [149] Rios ve ark., yaptıkları çalışmada her bir diş yüzeyine dakikada 374 fırça darbesi olacak şekilde ortalama 10.000 darbe uygulamışlar ve çalışmalarında yumuşak uçlu diş fırçası kullanmışlardır. [209] Bizim çalışmamızda, Acun ve

ark. [173] tarafından yürütülen çalışma referans alınarak in vivo ortamı taklit edecek şekilde dişler, demineralizasyon solüsyonundan çıkarıldıktan sonra aynı araştırmacı tarafından elde fırça ile 30 saniye süre ile fırçalanmıştır.

Yapılan literatür değerlendirmesinde demineralizasyonun incelenmesinde genellikle invaziv yöntemlerin kullanıldığı görülmüştür. Bu yöntemlerin dezavantajı örneklerden kesit alınarak inceleme yapılması gerekmesidir. Bu nedenle çalışmamızda invaziv olmayan bir yöntem olan QLF cihazı kullanılmıştır. Araştırmamız Er:YAG lazerin de dahil edildiği farklı pürüzlendirme yöntemlerinin demineralizasyona etkisinin QLF yöntemiyle değerlendirildiği literatürdeki ilk çalışmadır.

Başlangıç çürük lezyonunun teşhisi ve takibi konusunda geleneksel çürük teşhis yöntemleri yetersiz kalmaktadır. Çürük teşhis yöntemleri, görsel yapılan değerlendirmeyi tamamlamalıdır. Bu tamamlayıcı niteliklerden biri, tespit edilen lezyonların kantitatif olarak ölçülüp, sayısal veriler halinde incelenebilmesidir. Lezyon alanı, derinliği ve mineral kaybı gibi parametrelerin sayısal olarak değerlendirilmesi, bu tip lezyonların objektif olarak incelenebilmesini sağlamaktadır. [210, 211]

Uzun yıllar boyunca çürük teşhisi amacı ile sond kullanılmış ve sondalama sırasında sondun diş yüzeyine takılması çürüğün göstergesi olarak kabul edilmiştir. [212] Ancak sond ile muayenede demineralize bölgelerde istenmeyen defektlere yol açılabileceği [213] ve karyojenik mikrofloranın dişin bu bölgesinden başka bir bölgesine taşınabileceği [214] bildirilmiştir. Günümüzde ise çürüğün dinamik yapısının ve koruyucu yaklaşımların öneminin anlaşılmasıyla, yeni ve invaziv olmayan çürük teşhis metotları geliştirilmiştir. [215] Diş çürüklerinin erken dönemde ve doğru olarak teşhis edilmesi koruyucu diş hekimliği uygulama basamaklarından biridir. Çürük prevelansının azalması ve koruyucu uygulamaların yararlarının anlaşılması ile değişen beklentilere göre geliştirilmiş olan modern çürük teşhis yöntemleri şu özellikleri taşımalıdır [216]:

- Başlangıç seviyedeki diş çürüğünü objektif ve güvenilir olarak teşhis edebilmeli,
- Çürük oluşumu ve ilerlemesi sürecinde başlangıç ve geç dönem lezyonların ayrımını yapabilmeli,

- Çürük aktivitesini belirleyebilmeli (aktif, durmuş ya da gerilemiş),
- Nicelik ve nitelik olarak geleneksel yöntemlere göre daha iyi sonuçlar vermeli,
- Klinisyen ve araştırmacılar tarafından anlaşılabilirliği ve uygulanabilirliği kolay olmalıdır.

Tez çalışmamızda başlangıç çürük lezyonunun demineralizasyon ve remineralizasyonunun değerlendirilmesi amacıyla bu şartları yerine getiren ve birçok in vitro, in situ ve in vivo çalışma ile güvenilirliği kanıtlanmış QLF cihazı kullanılmıştır. Kantitatif ışık ölçümlü bir aygıt olan QLF, klinik ortamında minenin mineral içeriği ile ilgili bilgi veren bir aygıt olması itibarıyla kullanımını kolay ve avantajlı olan bir ölçüm cihazıdır. Düz ve ara yüzeyler ile birlikte okluzal yüzeylerde de ölçüm yapılabilmektedir. [217] Yapılan in vivo ve in vitro çalışmalarda QLF cihazının düz yüzey çürük lezyonlarının tanımlanmasında etkili olduğu ve tekrarlanabilir ölçümler sunduğu gözlenmiştir. [200, 218-223]

1960 ve 70'lerde, teşhis amacıyla dişlerin optik özelliklerinden yararlanılmasını esas alan ışık saçılması ile ilgili çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Buna karşılık 1980'lerin başında İsveçli bilim adamları minenin otofloresansını tanımlamışlar ve bu alanda önemli çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. [117, 224] Hafström-Björkman ve ark. 1992 yılında lazer floresansın mine demineralizasyonunun kantitatif olarak ölçülmesinde kullanılabileceğini bildirmişler ve longitudinal mikroradyografi ile karşılaştırarak mineral değişikliklerinin teşhisinde lazer floresansı başarılı bulmuşlardır. [119] Josselin de Jong ve ark. da 1995 yılında CCD mikro video kamera ve bilgisayarlı görüntü analiz yöntemi kullanarak lazer floresansı kantitatif olarak ölçebilen, bugün de halen kullanmakta olduğumuz QLF cihazı hakkındaki ilk gelişmeleri bildirmişlerdir. [225] 1997 yılında Al-Khateeb ve ark. 12 katılımcı ve farklı flor materyalleri ile gerçekleştirdikleri klinik çalışmalarında mine lezyonlarının remineralizasyonlarını değerlendirmişler ve QLF sisteminin bu amaçla kullanımının başarılı olduğunu bildirmişlerdir. [226] Yine 1997 yılında Ando ve ark. in vitro yaptıkları çalışmada QLF sistemini, mine örneklerinde asit tampon çözeltisi kullanarak oluşturdukları yapay çürük lezyonlarının teşhisi amacıyla kullanmışlar ve QLF sisteminin oldukça başarılı olduğunu bulmuşlardır. [227] Benzer şekilde birçok çalışmada da QLF'in ortodontik tedaviler sırasında çürük lezyonu tespiti için kullanılabilen faydalı bir yöntem olduğu belirlenmiştir. [218, 219, 228, 229] Benson ve ark. ise çalışmalarında braket çevresi mine demineralizasyonunun QLF

cihazı ile ölçümünün tekrarlanabilir olduğunu göstermişlerdir. [219]

QLF başlangıç çürük lezyonlarının tespitinde büyük bir başarı göstermektedir ancak renklenme [230], tükürük [231], dehidratasyon [232] ve görüntü açısı [233, 234] gibi faktörler sistemin performansını etkilemekte ve kullanımını sınırlamaktadır. Shi ve ark. aproksimal yüzeylerinde kavitasyon oluşmamış çürük lezyonlarının bulunduğu çekilmiş küçük azı dişleri ile yaptıkları in vitro çalışmada floresans prensibiyle çalışan QLF ve DIAGNOdent cihazlarını karşılaştırmışlardır. QLF'in başlangıç çürük lezyonlarının teşhisinde DIAGNOdent'e oranla daha yüksek duyarlılığa sahip olmasına rağmen renklenme varlığında yanlış pozitif cevap verebileceği bildirilmiştir. [230] Amaechi ve Higham yaptıkları in vitro çalışmada QLF'in remineralizasyon sürecini izlemedeki etkinliğini değerlendirmişlerdir. QLF'i oldukça başarılı bulmalarına karşılık tükürük, plak ve renklemenin cihazın başarısı üzerinde negatif bir rol oynadığını rapor etmişlerdir. [231] Pretty ve ark. çekilmiş dişler üzerinde oluşturdukları başlangıç çürük lezyonlarında remineralizasyon potansiyelini QLF cihazı ile değerlendirme sırasında hava ile kurutmanın etkinliğini araştırmışlardır. Optimum sonuçlar 15 sn. kurutma sonucu elde edilirken, 30 sn. kurutmanın cihazın teşhis yeteneğini azalttığını gözlemlemişlerdir. [232] Buchalla ve ark. ile Ando ve ark. yaptıkları in vitro çalışmalarda çekilmiş dişler üzerinde başlangıç çürük lezyonu oluşturdukları örneklerden QLF cihazının görüntü aldığı açının etkisini incelemişlerdir. Açının değişmesi ile QLF cihazı ile ölçülen değerlerin değişebildiğini tespit etmişlerdir. [233, 234]

QLF cihazının dezavantajlarını elimine etmek amacıyla toplanan çekilmiş dişler çalışmaya dahil edilmeden önce renklenme ve hipokalsifiye alanları da kapsayan kriterlere göre iki farklı klinisyen tarafından görsel muayene ile değerlendirilmiştir. Örneklerin analiz öncesi aşırı kurutulmasından kaynaklı problemlerin önüne geçebilmek için her bir örnek distile sudan çıkarıldıktan sonra 15 sn. süre ile kurutulmuştur. Cihazın görüntü açısının değişmemesi için kameranın yeri sabit tutularak, örnek yüzeyleri ile kamera arasındaki mesafenin her zaman aynı olması için de örneklerin duracağı alan kalem ile işaretlenmiştir.

Yapılan araştırmalardakine benzer şekilde çalışmamızda da demineralizasyon siklusuna tabi tutulan dişlerin, siklusun tamamlanmasının ardından QLF ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler dişlerin braket çevresinde kalan tüm vestibül yüzeyi çalışmaya dahil edilerek gerçekleştirilmiştir. Tüm ölçümler aynı araştırmacı tarafından yapılmıştır. Daha önce

çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda QLF ölçümlerinin tekrarlanabilirliği denenmiş ve güvenli bulunmuştur. [219, 223]

Mevcut çalışmada parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında kullanılan Kruskall Wallis test sonuçlarına göre dört ayrı parametre için de gruplar arası fark anlamlı bulunmuştur. Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla Mann Whitney U testi kullanılarak yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; asit grubunun ΔF (%), ΔF max (%), ΔQ (%Px) sonuçları, diğer gruplardan anlamlı şekilde düşük, Area (Px) sonuçları ise anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlara göre asit ile pürüzlendirme yapılan grupta diğer gruplara kıyasla braket çevresinde daha fazla demineralizasyon gözlemlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarıyla tutarlı olarak Hess ve ark., yaptıkları in vitro çalışmada ortodontik tedavi sırasında mine demineralizasyonunu etkileyen faktörleri araştırmışlar ve asit ile pürüzlendirme yapılan grupta yapılmayanlara göre %34 daha fazla demineralizasyon gözlemlenmişlerdir. [235] Maksimum bağlanma gücü sağlarken mine kaybını da en aza indiren bir teknik oluşturulması amacı ile birçok çalışma yapılmıştır. Carstensen ve ark. [236], daha düşük konsantrasyonda fosforik asit uygulamasında demineralizasyon derinliği, mine kaybı ve çürük oluşma sıklığında azalma görüldüğünü bildirmişlerdir. [237]

Çalışmamızda asit ve kendinden asitli primer gruplarının ikili karşılaştırma sonucuna göre asit grubunda braket çevresinde kendinden asitli primer grubuna göre daha fazla demineralizasyon gözlenmesi literatürdeki bazı çalışmalarla çelişmektedir. [199, 238, 239] Baysal ve ark. [199] farklı ortodontik primerlerin braket çevresi mine demineralizasyonuna etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında en yüksek kalsiyum kaybını kendinden asitli primer grubunda gözlemlenmişlerdir. Tanna ve ark. [239] ise çalışmalarında kendinden asitli primer grubunun tüm örneklerinde demineralizasyon gözlemlenmişler ve Transbond Plus kendinden asitli primerin demineralizasyona karşı mine dokusunu korumada yetersiz olduğunu bildirmişlerdir. Bu durum asidik pH oranı ile açıklanabilmektedir. [238] Kendinden asitli primer ajanının yüksek asidite oranı fosforik asitteki benzer şekilde derin demineralizasyona sebep olmaktadır. [240, 241] Kendinden asitli primerin uygulama sonrası yıkanmaması sonucu düşük pH devamlı bir asit etkisi oluşturmakta ve mine yüzeyi asit ataklarına karşı savunmasız kalmaktadır. [238] Bununla birlikte kendinden asitli primerin demineralizasyon üzerine etkileri hakkında henüz bir fikir birliği sağlanamamıştır. Iijima ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada %35'lik fosforik asit ile Transbond Plus kendinden asitli

primerin pH değerleri ölçülmüş ve fosforik asitin pH değeri 1,39 bulunurken kendinden asitli primerin pH değeri 1,85 olarak bildirilmiştir. [242] Çalışmamızın sonuçlarıyla uyumlu bir şekilde Kohda ve ark. [243] çalışmalarında, kendinden asitli primer ile karşılaştırıldığında fosforik asit ile daha fazla demineralizasyon gözlemlerini, fosforik asitin daha düşük pH derecesine ve daha uzun uygulama süresine sahip olmasının bir sonucu olabileceğini söylemişlerdir. Kendinden asitli primerlerin aktif maddesi metakrilatlanmış fosforik asit esterleridir. Fosforik asit ve metakrilat grubu asit ve bond işlemlerini eş zamanlı gerçekleştiren tek bir molekülde birleşir. Metakrilatlanmış fosforik asit esterlerindeki fosfat grubu kalsiyumu çözerek, hidroksiapatit yapıdan ayırır. Primer molekülleri pürüzlendirme işlemi ile aynı anda mine çıkıntılarına penetre olurlar. Kendinden asitli primer yapısındaki fosforik asit çözünen kalsiyum ile bir kompleks oluşturduğu için pürüzlendirme işlemi etkili bir şekilde durur. [190, 240, 244-246] Torii ve ark. [246], değerlendirdikleri kendinden asitli primerlerin seçici olarak interprizmatik mine dokusunu demineralize ettiklerini, fosforik asitin ise prizmaların iç bölgelerini de çözebildiğini söylemişlerdir. Asit ile mine yüzeyinin pürüzlendirilmesinin potansiyel dezavantajlarından biri mine dokusunun en yüzeyel tabakasında demineralizasyona sebep olmasıdır. Bunun bir sonucu olarak, özellikle rezin penetrasyonunda hava kabarcığı veya tükürük kontaminasyonu sebebiyle sorun olduğunda bu yüzey uzun süreli asit saldırılarına ve çürüğe karşı daha duyarlı hale gelmektedir. [62] Kendinden asitli primerin uygulanmasından sonra ise genel olarak mine yüzeyi normal mineden ayırt edilememektedir. [190] Bu durum kendinden asitli primerlerin rezin komponentinin çözünen alanları maskeleymesi veya üretici tarafından önerilen üç saniyelik kısa uygulama süresi sebebiyle olabilir. [190] Bizim çalışmamızda asit ile pürüzlendirme yapılan grupta kendinden asitli primerin kullanıldığı gruba göre daha fazla demineralize alan gözlenmesi ayrıca bu bilgilerle de desteklenmektedir.

Mine veya dentin yüzeyinin lazer ile pürüzlendirilmesi ile ideal adezyon için gerekli olan pürüzlü ve düzensiz bir yüzey oluşturulduğu ve dentin tübüllerinin açıldığı rapor edilmiştir. [46] Lazer pürüzlendirme ile oluşan yüzey ayrıca asit ataklarına karşı da dirençlidir. Lazer ile pürüzlendirme sonucu oluşan fizikokimyasal değişikliklerin uzun vadede asit saldırılarına ve çürüğe karşı duyarlılığı azaltması beklenebilir. [62] Diş sert dokularının lazer ile uyarılması sonucunda kalsiyum/fosfor oranı değişerek, karbonat/fosfat oranı azalır ve daha stabil, asitte çözünürlüğü daha az bileşikler meydana gelir. Böylece minenin asit ataklarına ve çürüğe karşı duyarlılığı azalır. [54, 168] Ayrıca lazer ile pürüzlendirmenin

serbest iyonları hapseden mikro boşluklar oluşturarak remineralizasyonu sağlayabildiği de öne sürülmüştür. [168]

Cecchini ve ark. [181] çalışmalarında farklı parametrelerde kullandıkları Er:YAG lazer sonrası mine dokusunda meydana gelen mineral ve morfolojik yapıdaki değişiklikleri değerlendirmişlerdir. Biri kontrol grubu olmakla birlikte toplamda 7 grubun üçüne temassız modda, diğer üçüne temaslı modda olmak üzere Er:YAG lazeri farklı parametrelerde uygulamışlardır. Bu çalışmada, mine yüzeyine yüksek enerjide Er:YAG lazer uygulamasının, etkisi beklenen yüzeyde daha belirgin kimyasal değişikliklere sebep olduğu ancak asit direncinde iyileştirme sağlamadığı görüşü [247] doğrulanmıştır. Düşük enerjili lazer uyguladıkları gruplarda kontrol grubu ile karşılaştırıldığında mine dokusundan çözünen kalsiyum ve fosfor miktarındaki azalmayla birlikte minenin asit direncinde artış olmuştur. Ayrıca aynı çalışmada mineye uygulanan yüksek enerjilerin, mine yapısında asit çözültisi ile temas sırasında gerçekleşen mineral kaybına katkıda bulunabilecek ablasyona, derin ve geniş boşlukların oluşumuna neden olabileceği bildirilmiştir. [181] Cecchini ve ark. tarafından yapılan bu çalışmada düşük enerjilerin diş yapısında önemli değişiklikler olmaksızın mine çözünürlüğünü azaltabileceği ve temassız modun çürük oluşumunu önlemede daha umut verici olabileceği sonuçlarına ulaşılmıştır. [181]

Yukarıdaki çalışmaların ışığında, mevcut çalışmada lazerin mine dokusunun direncini artırma özelliği sebebiyle braket yapıştırılırken pürüzlendirme yöntemi olarak Er:YAG lazerin kullanıldığı grupta, kendinden asitli primer kullanılan gruba göre braket çevresinde daha az demineralizasyon gözlenmesi beklenirdi. Ancak çalışmamızda kendinden asitli primerin Er:YAG ve X-runner gruplarıyla karşılaştırmalarında anlamlı bir farklılığa ulaşamamıştır. Bu durum mine pürüzlendirmesi için gereken ve çalışmamızda kullandığımız temaslı moddaki ve yüksek enerjideki Er:YAG lazer grubuna ait parametrelerden dolayı olabilir. Benzer şekilde X-runner grubunda temassız mod kullanılmış olmasına rağmen kullanılan enerji değeri Cecchini ve ark. [181] tarafından asit direnci sağlamak için uygulanabileceği söylenen değerlerin üzerindedir.

X-runner lazer piyasaya yeni tanıtılan bir ürün olması sebebiyle mine pürüzlendirmesi ile ilgili literatürde tek bir parametre bulunmaktadır. Karamehmetoğlu'nun [172] tez çalışmasında belirtildiği üzere uygulama parametreleri 100 mJ, 10 Hz, 1 W olarak ayarlanmıştır. X-runner grubunun ΔF (%), ΔF max (%), ΔQ (%Px) sonuçları, Er:YAG lazer grubundan anlamlı şekilde yüksek, Area (Px) sonuçları ise anlamlı şekilde düşük

bulunmuştur. X-runner grubunda braket çevresinde görülen demineralizasyon Er:YAG lazer grubundan daha azdır. X-runner ile tedavi alanının şekli ve büyüklüğü ayarlanabildiği için gereksiz pürüzlendirme alanları oluşturulmadığından braket çevresinde daha az demineralizasyon görülmesi çalışmamızı anlamlı kılmaktadır. Er:YAG lazer uygulaması hekim kontrolüne bağlı olduğundan tarama süresi, sayısı ve taramalar arasında bekleme süresi hekimin el hassasiyetine bağlı gerçekleşmektedir. X-runner ile bu parametreler dijital olarak kontrol edilebilmektedir. Dolayısı ile X-runner ile sağlanan pürüzlendirmenin daha homojen olması beklenmektedir. Karamehmetoğlu [172] tarafından yapılan tez çalışmasının SEM bulguları da bu görüşü desteklemektedir. Karamehmetoğlu'nun SEM bulgularına göre; ortofosforik asit grubunda homojen olmayan, Er:YAG lazer grubunda ise homojen bir pürüzlendirme gözlenmektedir. X-runner grubunun SEM görüntülerinde ise diğer gruplara oranla daha düzenli ve homojen yayılım gösteren geometrik paternli pürüzlendirme izlenmektedir. [172]

Klinikte, ortodontik tedavi gören hastaların tümü için geçerli olmakla birlikte özellikle ağız hijyenini sağlama konusunda günlük çeken hastalar için braket yapıştırma seansında pürüzlendirme metodu olarak X-runner el aleti ile birlikte Er:YAG lazerin tercih edilmesinin tedavi sırasında oluşabilecek demineralizasyonun engellenmesinde etkili olabileceği düşünülebilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Ortofosforik asit ile pürüzlendirme yapılan grupta, in vitro demineralizasyon-remineralizasyon siklusunun sonunda braket çevresinde diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla demineralizasyon gözlenmiştir.

2. Pürüzlendirme amacıyla manuel olarak uygulanan Er:YAG lazer grubu ile kendinden asitli primer grubu arasında braket çevresi demineralizasyon oluşumu açısından fark gözlenmemiştir.

3. X-runner el aleti ile uygulanan Er:YAG lazer grubu ile kendinden asitli primer grubu arasında braket çevresi demineralizasyon oluşumu açısından fark gözlenmemiştir.

4. Manuel olarak uygulanan Er:YAG lazer grubunda, X-runner el aleti ile uygulanan Er:YAG lazer grubuna kıyasla braket çevresinde daha fazla demineralizasyon gözlenmiştir.

5. Lazer ile pürüzlendirme yöntemleri karşılaştırıldığında daha az demineralizasyon oluşumuna sebep olan X-runner el aleti ile Er:YAG lazer uygulaması özellikle ağız hijyenini sağlamakta yetersiz olan hastalarda tedavi başarısını arttıran umut verici bir yöntem olabilir.

KAYNAKLAR

1. Nalcaci, R. and S. Cokakoglu, Lasers in orthodontics. *Eur J Dent*, 2013. 7(Suppl 1): p. S119-25.
2. Berk, N., G. Başaran, and T. Özer, Comparison of sandblasting, laser irradiation, and conventional acid etching for orthodontic bonding of molar tubes. *The European Journal of Orthodontics*, 2008. 30(2): p. 183-189.
3. Kim, J.-H., et al., Acid resistance of erbium-doped yttrium aluminum garnet laser-treated and phosphoric acid-etched enamels. *The Angle Orthodontist*, 2006. 76(6): p. 1052-1056.
4. Øgaard, B., G. Rølla, and J. Arends, Orthodontic appliances and enamel demineralization: Part 1. Lesion development. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1988. 94(1): p. 68-73.
5. Von Fraunhofer, J., D. Allen, and G. Orbell, Laser etching of enamel for direct bonding. *The Angle Orthodontist*, 1993. 63(1): p. 73-76.
6. Fuhrmann, R., et al., Conditioning of Enamel with Nd: YAG and CO2 Dental Laser Systems and with Phosphoric Acid An In-Vitro Comparison of the Tensile Bond Strength and the Morphology of the Enamel Surface. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*, 2001. 62(5): p. 375-386.
7. Lee, B.-S., et al., Bond strengths of orthodontic bracket after acid-etched, Er: YAG laser-irradiated and combined treatment on enamel surface. *The Angle Orthodontist*, 2003. 73(5): p. 565-570.
8. KIM, J.-H., et al., Effectiveness of an Er: YAG laser in etching the enamel surface for orthodontic bracket retention. *Dental materials journal*, 2005. 24(4): p. 596-602.
9. Gokcelik, A., 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): p. 508-512.
10. Basaran, G., et al., Etching enamel for orthodontics with an erbium, chromium: yttrium-scandium-gallium-garnet laser system. *The Angle Orthodontist*, 2007. 77(1): p. 117-124.

11. Özer, T., G. Başaran, and N. Berk, Laser etching of enamel for orthodontic bonding. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2008. 134(2): p. 193-197.
12. Başaran, E.G., et al., Influence of different power outputs of erbium, chromium: yttrium–scandium–gallium–garnet laser and acid etching on shear bond strengths of a dual-cure resin cement to enamel. *Lasers in medical science*, 2011. 26(1): p. 13-19.
13. Jamenis, S., A. Kalia, and K. Sharif, Comparative evaluation of shear bond strength of orthodontic bracket using laser etching and two conventional etching techniques: An in vitro study. *J Indian Orthod Soc*, 2011. 45: p. 134-9.
14. Raji, S.H., et al., Evaluation of shear bond strength of orthodontic brackets bonded with Er-YAG laser etching. *Dental research journal*, 2012. 9(3): p. 288.
15. Lasmar, M., et al., Enamel demineralization and bracket bond strength when etching with acid and/or Er: YAG laser. *Australian dental journal*, 2012. 57(2): p. 190-195.
16. Ahrari, F., M. Poosti, and P. Motahari, Enamel resistance to demineralization following Er: YAG laser etching for bonding orthodontic brackets. *Dental research journal*, 2012. 9(4): p. 472.
17. Sagir, S., et al., Effect of enamel laser irradiation at different pulse settings on shear bond strength of orthodontic brackets. *The Angle Orthodontist*, 2013. 83(6): p. 973-980.
18. Topcuoglu, T., et al., Effects of water flow rate on shear bond strength of orthodontic bracket bonded to enamel surface after Er: YAG laser ablation. *Photomedicine and laser surgery*, 2013. 31(10): p. 486-491.
19. Lorenzo, M., et al., In vitro analysis of femtosecond laser as an alternative to acid etching for achieving suitable bond strength of brackets to human enamel. *Lasers in medical science*, 2014. 29(3): p. 897-905.
20. Buonocore, M., A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel. *J dent Res*, 1955. 34: p. 948-953.
21. Cozza, P., et al., Shear bond strength of metal brackets on enamel. *The Angle Orthodontist*, 2006. 76(5): p. 851-856.
22. Faltermeier, A., et al., An in vitro comparative assessment of different enamel contaminants during bracket bonding. *The European Journal of Orthodontics*, 2007. 29(6): p. 559-563.

23. Larmour, C., G. Bateman, and D. Stirrups, An investigation into the bonding of orthodontic attachments to porcelain. *The European Journal of Orthodontics*, 2006. 28(1): p. 74-77.
24. Ravindra Nanda, S.D.K., *Current Therapy in Orthodontics*. Chapter 6, Adhesives and Bonding in Orthodontics. Mosby Elsevier, 2010.
25. Buonocore, M.G., Two methods were used for treating the enamel surfaces. The first in-volved the use of dilution of commercial phosphomolybdate. 1955.
26. Newman, G.V., A posttreatment survey of direct bonding of metal brackets. *American journal of orthodontics*, 1978. 74(2): p. 197-206.
27. Zachrisson, B.U., A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *American journal of orthodontics*, 1977. 71(2): p. 173-189.
28. Chitnis, D., W.J. Dunn, and D.A. Gonzales, Comparison of in-vitro bond strengths between resin-modified glass ionomer, polyacid-modified composite resin, and giomer adhesive systems. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2006. 129(3): p. 330. e11-330. e16.
29. Øgaard, B., Prevalence of white spot lesions in 19-year-olds: A study on untreated and orthodontically treated persons 5 years after treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1989. 96(5): p. 423-427.
30. O'reilly, M. and J. Featherstone, Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: an in vivo study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1987. 92(1): p. 33-40.
31. Arhun, N. and A. Arman. Effects of orthodontic mechanics on tooth enamel: a review. in *Seminars in Orthodontics*. 2007. Elsevier.
32. Güzey, A., Ortodontik braketlerin yapıştırılmasında kullanılan farklı adeziv sistemlerin mine dokusu üzerindeki etkilerinin in vitro olarak incelenmesi, in *Ortodonti Anabilim Dalı*. 2009, Başkent Üniversitesi: Ankara.
33. Canay, Ş., I.I. Kocadereli, and E. Akça, The effect of enamel air abrasion on the retention of bonded metallic orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2000. 117(1): p. 15-19.
34. Katora, M., T. Jubach, and M. Polimus, Airbrasive etching of the enamel surface. *Quintessence international, dental digest*, 1981. 12(9): p. 967.

35. Goldstein, R.E. and F.M. Parkins, Using air-abrasive technology to diagnose and restore pit and fissure caries. *The Journal of the American Dental Association*, 1995. 126(6): p. 761-766.
36. van Waveren Hogervorst, W.L., A.J. Feilzer, and B. Prahl-Andersen, 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): p. 20-26.
37. Olsen, M.E., et al., Comparison of shear bond strength and surface structure between conventional acid etching and air-abrasion of human enamel. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1997. 112(5): p. 502-506.
38. Reisner, K.R., H.L. Levitt, and F. Mante, 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): p. 366-373.
39. Eliades, T., Orthodontic materials research and applications: part 1. Current status and projected future developments in bonding and adhesives. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 2006. 130(4): p. 445-451.
40. Keim, R.G., et al., 2008 JCO Study of Orthodontic Diagnosis and Treatment Procedures. *Age (years)*, 2008. 2002(1996): p. 1990.
41. Atik, E. and S. Ciğer, Ortodontik bonding işleminde self-etch primer ve konvansiyonel asit-etch tekniklerinin karşılaştırılması. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2014. 24(3).
42. Swartz, M., Why prophyl prior to bracket bonding. *Clinical Impressions*, 1994. 3(11).
43. Korkmaz, S.N., S.K. Büyük, and A. Yağcı, Ortodontik tedaviyle oluşan beyaz nokta lezyonları, teşhis yöntemleri ve kantitatif ışık etkili floresans (QLF). *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2014. 9(9).
44. Gürbüz, T., Y. Yılmaz, and Ç. Güler, Kendinden pürüzlendiren iki bağlayıcının uygulama farklılıklarının mikrosızıntı üzerine etkisinin değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2007. 2007(3).
45. Frentzen, M. and H. Koort, Lasers in dentistry: new possibilities with advancing laser technology? *International dental journal*, 1990. 40(6): p. 323-332.
46. Visuri, S., et al., Shear strength of composite bonded to Er: YAG laser-prepared dentin. *Journal of Dental Research*, 1996. 75(1): p. 599-605.

47. DGA, N., Wefel JS, Jongebloed WL, Featherstone JDB.(1987) Morphology, histology and crystallography of human dental enamel treated with pulsed low energy IR laser radiation. *Caries Res.* 21: p. 411-426.
48. Zakariasen, K. and D. Dederich, Dental lasers and science. *Journal (Canadian Dental Association)*, 1991. 57(7): p. 570-573.
49. Walsh, L.J., D. Abood, and P.J. Brockhurst, Bonding of resin composite to carbon dioxide laser-modified human enamel. *Dental Materials*, 1994. 10(3): p. 162-166.
50. Borggreven, J., J. Van Dijk, and F. Driessens, Effect of laser irradiation on the permeability of bovine dental enamel. *Archives of oral biology*, 1980. 25(11): p. 831-832.
51. Tagomori, S. and T. Morioka, Combined Effects of Laser and Fluoride on Acid Resistance of Human Dental Enamel (with 1 color plate). *Caries research*, 1989. 23(4): p. 225-231.
52. Tagomori, S. and T. Iwase, Ultrastructural Change of Enamel Exposed to a Normal Pulsed IMd-YAG Laser. *Caries research*, 1995. 29(6): p. 513-520.
53. Üşümez, S., M. Orhan, and A. Üşümez, 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): p. 649-656.
54. Fowler, B. and S. Kuroda, Changes in heated and in laser-irradiated human tooth enamel and their probable effects on solubility. *Calcified Tissue International*, 1986. 38(4): p. 197-208.
55. Keller, U. and R. Hibst. Ultrastructural changes of enamel and dentin following Er: YAG laser radiation on teeth. in *OE/LASE'90*, 14-19 Jan., Los Angeles, CA. 1990. International Society for Optics and Photonics.
56. Secilmis, A., et al., Evaluation of mineral content of enamel prepared by erbium, chromium: yttrium–scandium–gallium–garnet laser. *Lasers in medical science*, 2010. 25(4): p. 467-472.
57. Miserendino, L.J., G. Levy, and C.A. Miserendino, Laser interaction with biologic tissues. Miserendino LJ, Pick RM. *Laser in Dentistry*. Chicago: Quintessence, 1995: p. 39-56.

58. Eversole, L. and I. Rizoiu, Pulpal response to cavity preparation by an erbium, chromium: YSGG laser-powered hydrokinetic system. *The Journal of the American Dental Association*, 1997. 128(8): p. 1099-1106.
59. Corpas-Pastor, L., et al., Comparing the tensile strength of brackets adhered to laser-etched enamel vs. acid-etched enamel. *J Am Dent Assoc*, 1997. 128(6): p. 732-7.
60. Ariyaratnam, M.T., et al., A comparison of surface roughness and composite/enamel bond strength of human enamel following the application of the Nd: YAG laser and etching with phosphoric acid. *Dental materials*, 1997. 13(1): p. 51-55.
61. Roberts-Harry, D.P., Laser etching of teeth for orthodontic bracket placement: a preliminary clinical study. *Lasers in surgery and medicine*, 1992. 12(5): p. 467-470.
62. Martínez-Insua, A., et al., Differences in bonding to acid-etched or Er: YAG-laser-treated enamel and dentin surfaces. *The Journal of prosthetic dentistry*, 2000. 84(3): p. 280-288.
63. Üşümez, S. and A. Üşümez, Dental lazer sistemleri ve ortodonti alanında kullanımları. *Turkish Journal of Orthodontics*, 2002. 15(1): p. 66-74.
64. Keller, U. and R. Hibst, Experimental studies of the application of the Er: YAG laser on dental hard substances: II. Light microscopic and SEM investigations. *Lasers in Surgery and Medicine*, 1989. 9(4): p. 345-351.
65. Hibst, R. and U. Keller, Experimental studies of the application of the Er: YAG laser on dental hard substances: I. Measurement of the ablation rate. *Lasers in Surgery and Medicine*, 1989. 9(4): p. 338-344.
66. DA, S., The Millennium has arrived. *Dent Today* 18(9):10-11, 1999.
67. Zakariasen, K.L., R. MacDonald, and T. Boran, Spotlight On Lasers A Look At Potential Benefits. *The Journal of the American Dental Association*, 1991. 122(7): p. 58-62.
68. Passes, H., Lasers and laminates. *Dental economics-oral hygiene*, 1995. 85(9): p. 98.
69. Kusy, R.P., Morphology of polycrystalline alumina brackets and its relationship to fracture toughness and strength. *The Angle Orthodontist*, 1988. 58(3): p. 197-203.
70. Avery, J., *Essentials of Oral Histology and Embryology*. st. louis: mosby inc, 1992: p. 84-92.

71. White, S., et al., Biological organization of hydroxyapatite crystallites into a fibrous continuum toughens and controls anisotropy in human enamel. *Journal of dental research*, 2001. 80(1): p. 321-326.
72. Samara, L.P., *Essential Microbiology for Dentistry*. Elsevier, 2002.
73. Newbrun, E., *Cariology*. Williams and Wilkins., Baltimore, London, 1983: p. 17-49.
74. Toto, I., Kavite Dezenfektanlarının ve Antibakteriyel Dentin Bonding Sisteminin, Kompomer Restorasyonların Mikrosızıntı ve Bağlanma Kuvvetlerine Etkisi [tez]. İzmir, Türkiye: Ege Üniversitesi. 2006.
75. Çelik, E., B. Yazkan, and G. Katırcı, Başlangıç çürük lezyonlarının tedavisi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg*, 2011. 21: p. 48-56.
76. Bishara SE, O.A., White Spot Lesions: Formation, Prevention, and Treatment. *Seminars in Orthodontics* *Seminars in Orthodontics*, 2008;14: p. 174-182.
77. Roberson, T., H. Heymann, and E. Swift, *Art and Science of Operative Dentistry* . St. Louis: Mosby. 2006, Inc.
78. Donly, K.J. and I.S. Sasa. Potential remineralization of postorthodontic demineralized enamel and the use of enamel microabrasion and bleaching for esthetics. in *Seminars in Orthodontics*. 2008. Elsevier.
79. Serra, M.C. and J.A. Cury, The in vitro effect of glass-ionomer cement restoration on enamel subjected to a demineralization and remineralization model. *Quintessence Int*, 1992. 23(2): p. 143-7.
80. Mellberg, J., et al., Remineralization in vivo of artificial caries lesions by a monofluorophosphate dentifrice. *Caries research*, 1985. 19(2): p. 126-135.
81. Vieira, A., I. De Souza, and A. Modesto, Fluoride uptake and release by composites and glass ionomers in a high caries challenge situation. *American journal of dentistry*, 1999. 12(1): p. 14-18.
82. Øgaard, B. White spot lesions during orthodontic treatment: mechanisms and fluoride preventive aspects. in *Seminars in orthodontics*. 2008. Elsevier.
83. Benham, A.W., P.M. Campbell, and P.H. Buschang, Effectiveness of pit and fissure sealants in reducing white spot lesions during orthodontic treatment: A Pilot study. *The Angle orthodontist*, 2009. 79(2): p. 338-345.

84. Øgaard, B., Oral microbiological changes, long-term enamel alterations due to decalcification, and caries prophylactic aspects, in *Orthodontic materials: scientific and clinical aspects*. 2001, Thieme Stuttgart, Germany. p. 123-142.
85. Zachrisson, B.U. and S. Zachrisson, Caries incidence and orthodontic treatment with fixed appliances. *European Journal of Oral Sciences*, 1971. 79(2): p. 183-192.
86. Gorelick, L., A.M. Geiger, and A.J. Gwinnett, Incidence of white spot formation after bonding and banding. *American journal of orthodontics*, 1982. 81(2): p. 93-98.
87. Chatterjee, R. and I. Kleinberg, Effect of orthodontic band placement on the chemical composition of human incisor tooth plaque. *Archives of Oral Biology*, 1979. 24(2): p. 97-100.
88. Bloom, R.H. and L.R. Brown, A study of the effects of orthodontic appliances on the oral microbial flora. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 1964. 17(5): p. 658-667.
89. Balenseifen, J. and J. Madonia, Study of dental plaque in orthodontic patients. *Journal of dental research*, 1969. 49(2): p. 320-324.
90. Lundström, F. and B. Krasse, Streptococcus mutans and lactobacilli frequency in orthodontic patients; the effect of chlorhexidine treatments. *The European Journal of Orthodontics*, 1987. 9(1): p. 109-116.
91. Mizrahi, E., Enamel demineralization following orthodontic treatment. *American journal of orthodontics*, 1982. 82(1): p. 62-67.
92. Vorhies, A.B., et al., Enamel demineralization adjacent to orthodontic brackets bonded with hybrid glass ionomer cements: an in vitro study. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 1998. 114(6): p. 668-674.
93. Årtun, J. and A. Thylstrup, Clinical and scanning electron microscopic study of surface changes of incipient caries lesions after debonding. *European Journal of Oral Sciences*, 1986. 94(3): p. 193-201.
94. Benson, P. Evaluation of white spot lesions on teeth with orthodontic brackets. in *Seminars in Orthodontics*. 2008. Elsevier.
95. Ekstrand, K., D. Ricketts, and E. Kidd, Reproducibility and accuracy of three methods for assessment of demineralization depth on the occlusal surface: an in vitro examination. *Caries research*, 1997. 31(3): p. 224-231.

96. Ekstrand, K., V. Qvist, and A. Thylstrup, Light microscope study of the effect of probing in occlusal surfaces. *Caries research*, 1987. 21(4): p. 368-374.
97. Hintze, H. and A. Wenzel, Clinically undetected dental caries assessed by bitewing screening in children with little caries experience. *Dentomaxillofacial Radiology*, 1994. 23(1): p. 19-23.
98. Weerheijm, K.L., et al., Clinically undetected occlusal dentine caries: a radiographic comparison. *Caries research*, 1992. 26(4): p. 305-309.
99. Frommer, H.H., *Radiology for dental auxiliaries 7th edn.* Mosby, New York, 2001: p. 267-71.
100. Verdonschot, E., et al., Effects of digital grey-scale modification on the diagnosis of small approximal carious lesions. *Journal of dentistry*, 1992. 20(1): p. 44-49.
101. Axelson, P., *Diagnosis and Risk Detection of Dental Caries.* Quintessence Pub. Germany, 2000.
102. Cochrane, N., et al., Enamel subsurface lesion remineralisation with casein phosphopeptide stabilised solutions of calcium, phosphate and fluoride. *Caries research*, 2008. 42(2): p. 88-97.
103. Bocutoğlu, Ö., Harorlı A. Diş hekimliği radyolojisindeki yeni gelişmeler. *Atatürk Üni Diş Hek Fak Derg*, 1993. 3(1): p. 45-6.
104. Huysmans, M., C. Longbottom, and N. Pitts, Electrical methods in occlusal caries diagnosis: An in vitro comparison with visual inspection and bite-wing radiography. *Caries Research*, 1998. 32(5): p. 324-329.
105. Lussi, A., et al., Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Research*, 1999. 33(4): p. 261-266.
106. Friedman, J. and M.I. Marcus, Transillumination of the oral cavity with use of fiber optics. *The Journal of the American Dental Association*, 1970. 80(4): p. 801-809.
107. Basting, R.T. and M.C. Serra, *Occlusal caries: diagnosis and noninvasive treatments.* Quintessence international (Berlin, Germany: 1985), 1999. 30(3): p. 174-178.
108. Lussi, A., Comparison of different methods for the diagnosis of fissure caries without cavitation. *Caries research*, 1993. 27(5): p. 409-416.
109. Angmar-Mansson, B. and J. Ten Bosh, Advances in methods for diagnosing coronal caries-a review. *Advances in Dental Research*, 1993. 7(2): p. 70-79.

110. Stookey GK, J.R., Ferreira Zandona AG, Analoui M, Dental caries diagnosis. *Dent Clin North Am*, 1999. 43: p. 665-77.
111. Ersöz, E. and N. Oktay, Alternatif çürük teşhis yöntemleri. *Atatürk Üni Diş Hek. Fak. Derg*, 2002. 12(2): p. 56-63.
112. Longbottom, C., et al., Detection of dental decay and its extent using ac impedance spectroscopy. *Nature Medicine*, 1996. 2(2): p. 235-237.
113. Schneiderman, A., et al., Assessment of dental caries with digital imaging fiber-optic transillumination (DIFOTITM): in vitro Study. *Caries Research*, 1997. 31(2): p. 103-110.
114. Ng, S., et al., Ultrasonic studies of unblemished and artificially demineralized enamel in extracted human teeth: a new method for detecting early caries. *Journal of dentistry*, 1988. 16(5): p. 201-209.
115. Çalışkan Yanıkoğlu, F., et al., Detection of natural white spot caries lesions by an ultrasonic system. *Caries research*, 2000. 34(3): p. 225-232.
116. Korkut, B., D.A. Tağtekin, and F.Ç. Yanıkoğlu, Diş çürüklerinin erken teşhisi ve teşhiste yeni yöntemler: QLF, Diagnodent, Elektriksel İletkenlik ve Ultrasonik Sistem. *EÜ Diş Hek Fak Derg*, 2011. 32: p. 55-67.
117. Bjelkhagen, H., et al., Early detection of enamel caries by the luminescence excited by visible laser light. *Swedish dental journal*, 1981. 6(1): p. 1-7.
118. Lussi, A., et al., Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions. *European Journal of Oral Sciences*, 2001. 109(1): p. 14-19.
119. Hafström-Björkman, U., et al., Comparison of laser fluorescence and longitudinal microradiography for quantitative assessment of in vitro enamel caries. *Caries research*, 1992. 26(4): p. 241-247.
120. Angmar-Mansson B, A.-k., Traneus J. , Caries diagnosis. *J. Dent Educ* 1998; 62: 771-9.
121. Lussi, A., R. Hibst, and R. Paulus, DIAGNOdent: an optical method for caries detection. *Journal of Dental Research*, 2004. 83(suppl 1): p. C80-C83.
122. Zandoná, A.F., et al., Indiana pilot clinical study of quantitative light fluorescence. 2000.

123. Heinrich-Weltzien, R., et al., Quantitative light-induced fluorescence (QLF)--a potential method for the dental practitioner. *Quintessence international* (Berlin, Germany: 1985), 2003. 34(3): p. 181-188.
124. Koenig, K., et al. Laser-induced autofluorescence of carious regions of human teeth and caries-involved bacteria. in *Europto Biomedical Optics' 93*. 1993. International Society for Optics and Photonics.
125. Lennon, A., et al., The ability of selected oral microorganisms to emit red fluorescence. *Caries research*, 2005. 40(1): p. 2-5.
126. Coulthwaite, L., et al., QLF is not readily suitable for in vivo denture plaque assessment. *journal of dentistry*, 2009. 37(11): p. 898-901.
127. Van der Veen, M. and W. Buchalla. QLF technologies: recent advances. in *Early detection of dental caries III: proceedings of the 6th Indiana conference*. 2005. Indiana University School of Dentistry.
128. Karlsson, L., Caries detection methods based on changes in optical properties between healthy and carious tissue. *International journal of dentistry*, 2010. 2010.
129. Bilgin, G., Başlangıç mine çürüklerinin remineralizasyonlarının çeşitli materyallerle incelenmesi ve yeni bir çürük teşhis metodu ile değerlendirilmesi, in *Diş hastalıkları ve tedavisi anabilim dalı*. 2012, Marmara Üniversitesi: İstanbul. p. 41.
130. Kambara, M., M. Uemura, and T. Doi. Results of a clinical trial of fluoride dentifrices using QLF. in *Early detection of dental caries III: Proceedings of the 6th Indiana conference*. Indianapolis, IN, USA: Indiana University School of Dentistry. 2003.
131. Shi, X., S. Traanaeus, and B. Angmar-Månsson. Clinical caries studies using QLF. in *Early detection of dental caries III: proceedings of the 6th Indiana Conference*. 2003.
132. Gonzalez-Cabezas, C., et al., Early detection of secondary caries using quantitative, light-induced fluorescence. *Operative dentistry*, 2002. 28(4): p. 415-422.
133. Daelen CJv, P.K., Qlf-d-protocol pedodontology, . *Quality Practice* 2011; 3: 42-5.
134. van der Veen, M.H., T. Mattousch, and J.G. Boersma, Longitudinal development of caries lesions after orthodontic treatment evaluated by quantitative light-induced fluorescence. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 2007. 131(2): p. 223-228.

135. Geiger, A.M., et al., The effect of a fluoride program on white spot formation during orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1988. 93(1): p. 29-37.
136. Zimmer, B.W. and Y. Rottwinkel, Assessing patient-specific decalcification risk in fixed orthodontic treatment and its impact on prophylactic procedures. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 2004. 126(3): p. 318-324.
137. Boyd, R., P. Murray, and P. Robertson, Effect of rotary electric toothbrush versus manual toothbrush on periodontal status during orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1989. 96(4): p. 342-347.
138. Heintze, S.D., P.-G. Jost-Brinkmann, and J. Loundos, Effectiveness of three different types of electric toothbrushes compared with a manual technique in orthodontic patients. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 1996. 110(6): p. 630-638.
139. Robinson, P., et al., Manual versus powered toothbrushing for oral health. *Cochrane Database Syst Rev*, 2005. 2.
140. Øgaard, B., S. Bishara, and H. Duschner, Enamel effects during bonding-debonding and treatment with fixed appliances. *Risk management in orthodontics: experts' guide to malpractice*. Chicago: Quintessence, 2004: p. 19-46.
141. Benson, P.E., et al., Fluorides for the prevention of white spots on teeth during fixed brace treatment. *The Cochrane Library*, 2004.
142. Chadwick, B.L., et al., The effect of topical fluorides on decalcification in patients with fixed orthodontic appliances: a systematic review. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 2005. 128(5): p. 601-606.
143. Derks, A., et al., Caries-inhibiting effect of preventive measures during orthodontic treatment with fixed appliances. *Caries research*, 2004. 38(5): p. 413-420.
144. Zachrisson, B.U., Fluoride application procedures in orthodontic practice, current concepts. *The Angle orthodontist*, 1975. 45(1): p. 72-81.
145. Linton, J.L., Quantitative measurements of remineralization of incipient caries. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 1996. 110(6): p. 590-597.
146. Willmot, D., White lesions after orthodontic treatment: does low fluoride make a difference? *Journal of orthodontics*, 2004. 31(3): p. 235-242.

147. Øgaard, B., L. Seppä, and G. Rolla, Professional topical fluoride applications—clinical efficacy and mechanism of action. *Advances in Dental Research*, 1994. 8(2): p. 190-201.
148. Silverstone, L., Fissure sealants. *Caries Research*, 1974. 8(1): p. 2-26.
149. Hu, W. and J.D. Featherstone, Prevention of enamel demineralization: an in-vitro study using light-cured filled sealant. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 2005. 128(5): p. 592-600.
150. Joseph, V., P. Rossouw, and N. Basson, Some “sealants” seal—a scanning electron microscopy (SEM) investigation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1994. 105(4): p. 362-368.
151. Banks, P. and S. Richmond, Enamel sealants: a clinical evaluation of their value during fixed appliance therapy. *The European Journal of Orthodontics*, 1994. 16(1): p. 19-25.
152. Frazier, M.C., T.E. Southard, and P.M. Doster, Prevention of enamel demineralization during orthodontic treatment: an in vitro study using pit and fissure sealants. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 1996. 110(5): p. 459-465.
153. Wenderoth, C.J., M. Weinstein, and A.J. Borislow, Effectiveness of a fluoride-releasing sealant in reducing decalcification during orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 1999. 116(6): p. 629-634.
154. Bishara, S.E., et al., Effects of using a new protective sealant on the bond strength of orthodontic brackets. *The Angle Orthodontist*, 2005. 75(2): p. 243-246.
155. Demito, C., et al., The efficacy of a fluoride varnish in reducing enamel demineralization adjacent to orthodontic brackets: an in vitro study. *Orthodontics & craniofacial research*, 2004. 7(4): p. 205-210.
156. Todd, M.A., et al., Effect of a fluoride varnish on demineralization adjacent to orthodontic brackets. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 1999. 116(2): p. 159-167.
157. Bowman, S.J. and A.L. Ramos, The effectiveness of a fluoride varnish in preventing the development of white spot lesions. 2005.
158. Banks, P., et al., Fluoride-releasing elastomerics—a prospective controlled clinical trial. *The European Journal of Orthodontics*, 2000. 22(4): p. 401-407.

159. O'Dwyer, J.J., D. Tinsley, and P.E. Benson, The effect of stretching on the release of fluoride from fluoridated elastomeric ligatures. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 2005. 128(4): p. 471-476.
160. Korbmacher, H.M., L. Huck, and B. Kahl-Nieke, Fluoride-releasing adhesive and antimicrobial self-etching primer effects on shear bond strength of orthodontic brackets. *The Angle orthodontist*, 2006. 76(5): p. 845-850.
161. Boyd, R.L. and Y.S. Chun, Eighteen-month evaluation of the effects of a 0.4% stannous fluoride gel on gingivitis in orthodontic patients. *American Journal of orthodontics and Dentofacial orthopedics*, 1994. 105(1): p. 35-41.
162. Øgaard, B., P. Gjermo, and G. Rølla, Plaque-inhibiting effect in orthodontic patients of a dentifrice containing stannous fluoride. *American journal of orthodontics*, 1980. 78(3): p. 266-272.
163. de Moura, M.S., A.H. de Melo Simplicio, and J.A. Cury, In-vivo effects of fluoridated antiplaque dentifrice and bonding material on enamel demineralization adjacent to orthodontic appliances. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 2006. 130(3): p. 357-363.
164. Ullsfooss, B.N., et al., Effect of a combined chlorhexidine and NaF mouthrinse: an in vivo human caries model study. *European Journal of Oral Sciences*, 1994. 102(2): p. 109-112.
165. Øgaard, B., et al., Effects of combined application of antimicrobial and fluoride varnishes in orthodontic patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2001. 120(1): p. 28-35.
166. Twetman, S., et al., Cariostatic effect of glass ionomer retained orthodontic appliances. An in vivo study. *Swedish dental journal*, 1996. 21(5): p. 169-175.
167. Bishara, S.E. and A.W. Ostby. White spot lesions: formation, prevention, and treatment. in *Seminars in Orthodontics*. 2008. Elsevier.
168. Oho, T. and T. Morioka, A possible mechanism of acquired acid resistance of human dental enamel by laser irradiation. *Caries research*, 1990. 24(2): p. 86-92.
169. Elaut, J. and H. Wehrbein, The effects of argon laser curing of a resin adhesive on bracket retention and enamel decalcification: a prospective clinical trial. *European journal of orthodontics*, 2004. 26(5): p. 553-560.

170. Anderson, A.M., et al., The effects of argon laser irradiation on enamel decalcification: An in vivo study. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 2002. 122(3): p. 251-259.
171. Zachrisson BU, B.T., Bonding in orthodontics. Graber T.M. and Vanarsdall R. L. *Current principles and techniques*. 5th ed. St. Louis, Mosby. 2012. 727-82.
172. Karamehmetoğlu, H., Geleneksel Yüzey Pürüzlendirme Yöntemleri İle Dijital Olarak Kontrol Edilebilen Er:YAG Lazerin Mine Dokusu Üzerindeki Mekanik Etkilerinin Karşılaştırılmalı Olarak İncelenmesi, in *Ortodonti Anabilim Dalı*. 2015, Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi: İstanbul.
173. Acun, G., D. Nalbantgil, and T. Arun, İki Yüzey Koruyucunun Mine Demineralizasyonuna Etkilerinin İn-Vitro Degerlendirilmesi. *Turkish Journal of Orthodontics*, 2009. 22(1): p. 5-15.
174. Gillgrass, T., et al., Varnish or polymeric coating for the prevention of demineralization? An ex vivo study. *Journal of orthodontics*, 2014.
175. Urabe, H., et al., Combinations of etchants, composite resins, and bracket systems: an important choice in orthodontic bonding procedures. *The Angle orthodontist*, 1999. 69(3): p. 267-275.
176. Hosseini, M., et al., Comparison of shear bond strength of orthodontic brackets bonded to enamel prepared by Er: YAG laser and conventional acid-etching. *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*, 2012. 9(1): p. 20.
177. Hsu, C.-Y., et al., Effects of low-energy CO₂ laser irradiation and the organic matrix on inhibition of enamel demineralization. *Journal of Dental Research*, 2000. 79(9): p. 1725-1730.
178. Hossain, M., et al., Caries-preventive effect of Er: YAG laser irradiation with or without water mist. *Journal of clinical laser medicine & surgery*, 2000. 18(2): p. 61-65.
179. Rodrigues, L.K.A., et al., Carbon dioxide laser in dental caries prevention. *Journal of dentistry*, 2004. 32(7): p. 531-540.
180. Apel, C., et al., The caries-preventive potential of subablative Er: YAG and Er: YSGG laser radiation in an intraoral model: a pilot study. *Photomedicine and Laser Therapy*, 2004. 22(4): p. 312-317.

181. Cecchini, R.C.M., et al., Effect of Er: YAG laser on enamel acid resistance: morphological and atomic spectrometry analysis. *Lasers in surgery and medicine*, 2005. 37(5): p. 366-372.
182. Ana, P., L. Bachmann, and D. Zezell, Lasers effects on enamel for caries prevention. *Laser Physics*, 2006. 16(5): p. 865-875.
183. Liu, J.-f., Y. Liu, and H.C.-Y. Stephen, Optimal Er: YAG laser energy for preventing enamel demineralization. *Journal of dentistry*, 2006. 34(1): p. 62-66.
184. de Andrade, L., et al., Caries resistance of lased human enamel with Er: YAG laser–morphological and ratio Ca/P analysis. *Laser Physics Letters*, 2007. 4(2): p. 157.
185. Bevilacqua, F.M., et al., Fluoride uptake and acid resistance of enamel irradiated with Er: YAG laser. *Lasers in medical science*, 2008. 23(2): p. 141-147.
186. Tavares, J.G., et al., Argon and Nd: YAG lasers for caries prevention in enamel. *Photomedicine and laser surgery*, 2012. 30(8): p. 433-437.
187. de Souza-e-Silva, C.M., et al., Carbon dioxide laser and bonding materials reduce enamel demineralization around orthodontic brackets. *Lasers in medical science*, 2013. 28(1): p. 111-118.
188. Seino, P.Y., et al., Influence of CO₂ (10.6 μm) and Nd: YAG laser irradiation on the prevention of enamel caries around orthodontic brackets. *Lasers in medical science*, 2015. 30(2): p. 611-616.
189. Liu, Y., et al., Subablative Er: YAG laser effect on enamel demineralization. *Caries research*, 2013. 47(1): p. 63-68.
190. Fjeld, M. and B. Øgaard, Scanning electron microscopic evaluation of enamel surfaces exposed to 3 orthodontic bonding systems. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2006. 130(5): p. 575-581.
191. Paschos, E., et al., Effect of different bonding agents on prevention of enamel demineralization around orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2009. 135(5): p. 603-612.
192. Contreras-Bulnes, R., et al., Evaluation of self-etching adhesive and Er: YAG laser conditioning on the shear bond strength of orthodontic brackets. *The Scientific World Journal*, 2013. 2013.

193. Cacciafesta, V., et al., In-vitro fluoride release rates from 9 orthodontic bonding adhesives. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2007. 132(5): p. 656-662.
194. Atıcı, H.S., Mine Demineralizasyonu Üzerine Farklı Bonding Materyalleri Ve Vernik Materyalinin İn-Vitro Olarak Değerlendirilmesi, in *Ortodonti Anabilim Dalı*. 2007, Yeditepe Üniversitesi İstanbul.
195. Gorton, J. and J.D. Featherstone, In vivo inhibition of demineralization around orthodontic brackets. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 2003. 123(1): p. 10-14.
196. Schmit, J.L., et al., Effect of fluoride varnish on demineralization adjacent to brackets bonded with RMGI cement. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 2002. 122(2): p. 125-134.
197. Sudjalim, T.R., et al., Prevention of demineralization around orthodontic brackets in vitro. *American journal of orthodontics and Dentofacial orthopedics*, 2007. 131(6): p. 705. e1-705. e9.
198. Paschos, E., et al., Do bonding agents protect the bracket-periphery?—Evaluation by consecutive μ CT scans and fluorescence measurements. *Clinical oral investigations*, 2015. 19(1): p. 159-168.
199. Baysal, A., et al., Effects of different orthodontic primers on enamel demineralization around orthodontic brackets. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*, 2015. 76(5): p. 421-430.
200. Visel, D., et al., Demineralization adjacent to orthodontic brackets after application of conventional and self-etching primer systems. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*, 2014. 75(5): p. 358-373.
201. Billings CW, T.J., Lazerler. Ankara: Tübitak Popüler Bilim Kitapları. 2006.
202. Reynolds, I., A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthodont*, 1975. 2: p. 171-178.
203. Correa-Afonso, A.M., et al., Influence of the irradiation distance and the use of cooling to increase enamel-acid resistance with Er: YAG laser. *Journal of dentistry*, 2010. 38(7): p. 534-540.
204. Hsu, J., et al., Heat-treatment-induced reduction in the apparent solubility of human dental enamel. *Journal of dental research*, 1994. 73(12): p. 1848-1852.

205. Delbem, A.C.B., et al., Comparison of methods for evaluating mineral loss: hardness versus synchrotron microcomputed tomography. *Caries research*, 2009. 43(5): p. 359-365.
206. Corry, A., et al., Effect of fluoride exposure on cariostatic potential of orthodontic bonding agents: an in vitro evaluation. *Journal of orthodontics*, 2014.
207. Ten Cate, J. and P. Duijsters, Alternating demineralization and remineralization of artificial enamel lesions. *Caries Research*, 1982. 16(3): p. 201-210.
208. Hamba, H., et al., Effects of CPP-ACP with sodium fluoride on inhibition of bovine enamel demineralization: a quantitative assessment using micro-computed tomography. *Journal of dentistry*, 2011. 39(6): p. 405-413.
209. Rios, D., et al., Wear and superficial roughness of glass ionomer cements used as sealants, after simulated toothbrushing. *Pesquisa Odontológica Brasileira*, 2002. 16(4): p. 343-348.
210. Bozkurt, F.Ö., Mikrobiyal Modelle Hazırlanan Mine Çürük Lezyonunun Erken Safhada Teşhis Edilmesinde ve Remineralizasyonun Belirlenmesinde Çeşitli Metotların Etkinliklerinin Değerlendirilmesi. 2003, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü: İstanbul.
211. Durmuşoğlu, Ö., Kök Yüzeyi Başlangıç Lezyonlarının Demineralizasyon ve Remineralizasyonunun İncelenmesi. 2007, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü: İstanbul.
212. Tranæus, S., X.Q. Shi, and B. Angmar-Månsson, Caries risk assessment: methods available to clinicians for caries detection. *Community dentistry and oral epidemiology*, 2005. 33(4): p. 265-273.
213. Lussi, A., Validity of diagnostic and treatment decisions of fissure caries. *Caries research*, 1991. 25(4): p. 296-303.
214. Loesche, W.J., M.L. Svanberg, and H.R. Pape, Intraoral transmission of *Streptococcus mutans* by a dental explorer. *Journal of dental research*, 1979. 58(8): p. 1765-1770.
215. Lobo, M.M., et al., Occlusal caries diagnosis and treatment. *Brazilian Journal of Oral Science*, 2003. 2(6): p. 239-244.
216. Pitts, N. Need for early caries detection methods: a European perspective. in *Second International Conference on Detection of Early Caries*. Stookey G, editor. Indianapolis: Indiana University. 2000.

217. Alammari, M., et al., Quantitative light-induced fluorescence (QLF): a tool for early occlusal dental caries detection and supporting decision making in vivo. *Journal of dentistry*, 2013. 41(2): p. 127-132.
218. Benson, P.E., N. Pender, and S.M. Higham, Quantifying enamel demineralization from teeth with orthodontic brackets—a comparison of two methods. Part 2: validity. *The European Journal of Orthodontics*, 2003. 25(2): p. 159-165.
219. Benson, P.E., N. Pender, and S.M. Higham, Quantifying enamel demineralization from teeth with orthodontic brackets—a comparison of two methods. Part 1: repeatability and agreement. *The European Journal of Orthodontics*, 2003. 25(2): p. 149-158.
220. Kim, H.E. and B.-I. Kim, An in vitro comparison of quantitative light-induced fluorescence-digital and spectrophotometer on monitoring artificial white spot lesions. *Photodiagnosis and photodynamic therapy*, 2015. 12(3): p. 378-384.
221. Restrepo, M., et al., Control of White Spot Lesion Adjacent to Orthodontic Bracket with Use of Fluoride Varnish or Chlorhexidine Gel. *The Scientific World Journal*, 2015. 2015.
222. Dong, Y., et al., Remineralization of early caries by chewing sugar-free gum: a clinical study using quantitative light-induced fluorescence. *American journal of dentistry*, 2014. 27(6): p. 291-295.
223. Tranaeus, S., et al., In vivo repeatability and reproducibility of the quantitative light-induced fluorescence method. *Caries research*, 2002. 36(1): p. 3-9.
224. Sundstrom, F., et al., Laser-induced Fluorescence From Sound and Carious Tooth Substance-Spectroscopic Studies. *Swedish Dental Journal*, 1985. 9(2): p. 71-80.
225. De Josselin de Jong, E., et al., A new method for in vivo quantification of changes in initial enamel caries with laser fluorescence. *Caries research*, 1995. 29(1): p. 2-7.
226. Al-Khateeb, S., et al., Laser fluorescence quantification of remineralisation in situ of incipient enamel lesions: influence of fluoride supplements. *Caries research*, 1997. 31(2): p. 132-140.
227. Ando, M., et al., Relative ability of laser fluorescence techniques to quantitate early mineral loss in vitro. *Caries Research*, 1997. 31(2): p. 125-131.

228. Aljehani, A., et al., 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): p. 313-318.
229. Pretty, I., et al., The in vitro detection of early enamel de-and re-mineralization adjacent to bonded orthodontic cleats using quantitative light-induced fluorescence. *The European Journal of Orthodontics*, 2003. 25(3): p. 217-223.
230. Shi, X., S. Tranaeus, and B. Angmar-Mansson, Comparison of QLF and DIAGNOdent for quantification of smooth surface caries. *Caries Research*, 2001. 35(1): p. 21.
231. Amaechi, B.T. and S.M. Higham, Quantitative light-induced fluorescence: a potential tool for general dental assessment. *Journal of biomedical optics*, 2002. 7(1): p. 7-13.
232. Pretty, I., W. Edgar, and S. Higham, The effect of dehydration on quantitative light-induced fluorescence analysis of early enamel demineralization. *Journal of oral rehabilitation*, 2004. 31(2): p. 179-184.
233. Ando, M., et al., Effect of imaging geometry on evaluating natural white-spot lesions using quantitative light-induced fluorescence. *Caries research*, 2004. 38(1): p. 39-44.
234. Buchalla, W., et al., Optimal camera and illumination angulations for detection of interproximal caries using quantitative light-induced fluorescence. *Caries research*, 2002. 36(5): p. 320-326.
235. Hess, E., et al., Determinants of enamel decalcification during simulated orthodontic treatment. *The Angle Orthodontist*, 2011. 81(5): p. 836-842.
236. Carstensen, W., Clinical effects of reduction of acid concentration on direct bonding of brackets. *The Angle orthodontist*, 1993. 63(3): p. 221-224.
237. Boruziniat, A., et al., Evaluation of bond strength of orthodontic brackets without enamel etching. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 2015. 7(4): p. e519.
238. Ghiz, M.A., et al., 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): p. 206-213.
239. Tanna, N., et al., 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): p. 199-205.

240. Bishara, S.E., et al., Effect of a self-etch primer/adhesive on the shear bond strength of orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2001. 119(6): p. 621-624.
241. Pashley, D.H. and F.R. Tay, Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives: Part II: etching effects on unground enamel. *Dental Materials*, 2001. 17(5): p. 430-444.
242. Iijima, M., et al., Bond strength comparison and scanning electron microscopic evaluation of three orthodontic bonding systems. *Dental materials journal*, 2008. 27(3): p. 392-399.
243. Kohda, N., et al., Effects of bonding materials on the mechanical properties of enamel around orthodontic brackets. *The Angle Orthodontist*, 2011. 82(2): p. 187-195.
244. Bishara, S.E., et al., Comparison of the shear bond strength of 2 self-etch primer/adhesive systems. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 2004. 125(3): p. 348-350.
245. Buyukyilmaz, T., S. Usumez, and A.I. Karaman, Effect of self-etching primers on bond strength-are they reliable? *The Angle orthodontist*, 2003. 73(1): p. 64-70.
246. Torii, Y., et al., Enamel tensile bond strength and morphology of resin–enamel interface created by acid etching system with or without moisture and self-etching priming system. *Journal of oral rehabilitation*, 2002. 29(6): p. 528-533.
247. YU, D.-G., et al., Morphological and atomic analytical studies on enamel and dentin irradiated by an erbium, chromium: YSGG laser. *Journal of clinical laser medicine & surgery*, 2000. 18(3): p. 139-143.

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında İstanbul'da doğdum. İlk öğrenimime Cezayirli Gazi Hasan Paşa İlkokulu'nda başlayıp, Oruç Gazi İlköğretim Okulu'nda devam ettim. Orta öğrenimimi de yine aynı okulda tamamladım. Vefa Anadolu Lisesi'nde dört yıllık lise eğitimin ardından 2004 yılında Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'ne girmeye hak kazandım ve 2010 yılında aynı fakülteden mezun oldum. 2012 yılında Diş Hekimliğinde Uzmanlık Sınavı ile Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda uzmanlık programına başladım. Hala aynı anabilim dalında uzmanlık öğrencisi olarak görev yapmaktayım.