

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ DOKTORA PROGRAMI

BEYAZ NOKTA LEZYONLARININ TEDAVİSİNDE
KULLANILAN AJANLARIN MİNE-ORTODONTİK BRAKET
BAĞLANMA DAYANIMINA ETKİSİ

DT. YUSUF ÖZANT
DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Yazgı Ay ÜNÜVAR

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından DHF-19013 proje numarasıyla desteklenmiştir.

AYDIN-2021

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince ve tezimin hazırlanmasında büyük emekleri olan değerli hocam, ablam, tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Yazgı AY ÜNÜVAR'a;

Doktora eğitimim süresince desteğini esirgemeyen, bizlere her zaman hakkaniyetli davranan değerli hocam Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Başkanı Doç. Dr. Mine GEÇGELEN CESUR'a;

Doktora eğitimim süresince üzerimde büyük emeği olan, bilimsel ve mesleki tecrübeleriyle bizleri aydınlatan değerli hocam Doç. Dr. Alev YILMAZ'a;

Doktora eğitimim süresince üzerimde büyük emeği olan, değerli büyüğüm, hocam, abim Prof. Dr. Törün ÖZER'e;

Tez çalışmamın kimyasal solüsyonlarının hazırlanmasında büyük emeği bulunan Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Arş. Gör. Dr. Rukiye YAVAŞER'e;

Doktora eğitimim boyunca yanımda olan tüm asistan arkadaşlarım ve tüm Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi ailesine;

Uzak mesafeye rağmen her zaman yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen tüm aileme ve arkadaşlarıma;

Bugünlere gelmemde en büyük sahibi olan, beni her koşulda destekleyen, yıllardır uzakta olsalar da her zaman yanımda olan, canım annem Şifa ÖZANT'a ve canım babam Dr. Dt. Ahmet ÖZANT'a;

Yıllardır her türlü zorluklara beraber göğüs gerdiğimiz, her türlü halime katlanan, beni her zaman destekleyen seven, biricik kardeşim Dt. Yasemin ÖZANT'a;

Tanıştığımız günden beri beni koşulsuz, şartsız destekleyen, her zaman yanımda olan, beni adam eden, Aydın'ın bana en güzel sürprizi, bana en güzel hediyesi canımdan çok sevdiği değerli eşim Dt. Eda Şahin'e

SONSUZ TEŞEKKÜRLERİMLE

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	i
TEŞEKKÜR	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
RESİMLER DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ.....	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Çürük Lezyonlarının Oluşumu	4
2.1.1. Konağa Bağlı Faktörler	5
2.1.2. Mikroorganizmalar	6
2.1.3. Diyet	6
2.2. Demineralizasyon ve Remineralizasyon	7
2.2.1. Demineralizasyon	7
2.2.2. Remineralizasyon	8
2.3. Beyaz Nokta Lezyonu (BNL).....	9
2.3.1. Beyaz Nokta Lezyonlarının Tabakaları.....	11
2.3.1.1. Yüzey Tabaka	11
2.3.1.2. Lezyon Gövdesi.....	12
2.3.1.3. Karanlık Tabaka	12
2.3.1.4. Saydam (Translüsente) Tabaka	12

2.3.2. Beyaz Nokta Lezyonlarının Teşhisi	13
2.3.2.1. Makroskobik Yöntemler.....	13
2.3.2.1.1. Klinik Muayene	13
2.3.2.1.1.1. Görsel Muayene.....	14
2.3.2.1.1.2. Sondla Muayene	14
2.3.2.1.2. Fotografik Muayene	15
2.3.2.1.3. Elektrik İletkenlik Prensibiyle Çalışan Cihazlar	15
2.3.2.1.4. Işık Yayılması Prensibiyle Çalışan Metotlar	16
2.3.2.1.4.1. Fiber Optik Transillüminasyon.....	16
2.3.2.1.4.2. Dijital Fiber Optik Transillüminasyon (DIFOTI).....	17
2.3.2.1.4.3. Optik Çürük Monitörü.....	17
2.3.2.1.5. Floresan Prensibiyle Çalışan Metotlar.....	17
2.3.2.1.5.1. Lazer Floresan	18
2.3.2.1.5.2. Kantitatif Işık Etkili Floresan (QLF)	18
2.3.2.1.5.3. Diyotlu Lazer Floresans Yöntemi (DIAGNOdent™)	19
2.3.2.1.6. Ultrasonik Görüntüleme Sistemi	20
2.3.2.2. Mikroskobik Muayene Yöntemleri	20
2.3.2.2.1. Polarize Işık Mikroskobu	21
2.3.2.2.2. Transvers Mikroradyografi.....	21
2.3.2.2.3. Mikrosertlik Testi	22
2.3.3. Beyaz Nokta Lezyonlarının Teşhisinde Kullanılan Sınıflandırmalar.....	22
2.3.3.1. Nyvad Sistemi	22
2.3.3.2. Evrensel Görsel Skorlama Sistemi (Universal Visual Scoring System) (UniVISS)	23
2.3.3.3. Uluslararası Çürük Teşhis ve Değerlendirme Sistemi (The International Caries Detection Assessment System-ICDAS).....	25
2.3.3.4. Gorelick ve Diğerleri Yaptığı Sınıflandırma	26

2.4. Beyaz Nokta Lezyonlarının Oluşumunun Engellenmesi.....	27
2.4.1. Oral Hijyenin Düzeltilmesi ve Hasta Motivasyonunun Arttırılması	27
2.4.2. Diyetin Düzenlenmesi	28
2.4.3. Antimikrobiyal Ajanların Kullanımı	28
2.4.4. Ksilitol	29
2.4.5. Florür Kullanımı	30
2.4.5.1. Florür Uygulamaları	31
2.4.5.1.1. Ev Tipi Uygulamalar	31
2.4.5.1.1.1. Diş Macunları	31
2.4.5.1.1.2. Gargaralar	31
2.4.5.1.1.3. Jeller	32
2.4.5.1.2. Profesyonel Uygulamalar	32
2.4.5.1.2.1. Florür İçeren Vernikler	32
2.4.5.1.2.2. Florür İçeren Simanlar	33
2.4.5.1.2.3. İçeriğinde Florür Bulunduran Ortodontik Adezivler	34
2.4.5.1.2.4. Florür Salınımı Yapan Elastomerikler	34
2.4.6. Kazein Fosfopetit Amorf Kalsiyum Fosfat (CPP-ACP)	34
2.4.7. Rezin İnfiltrasyon Tekniği	36
3. GEREÇ VE YÖNTEM	37
3.1. Gereç	37
3.1.1. Örnekler	38
3.1.2. Örneklerin Hazırlanması	40
3.1.3. Demineralizasyon-Remineralizasyon Protokolü	40
3.1.4. Yapay Tükürük Solüsyonu	41
3.2. Yöntem	41
3.2.1. Tedavi Edici Ajanların Uygulanması	41

3.2.1.1. CPP-ACP Uygulaması.....	41
3.2.1.2. Florür Vernik Uygulaması.....	43
3.2.1.3. Rezin İnfiltrasyon Yöntemi Uygulaması.....	43
3.2.2. Ortodontik Braketlerin Dişlere Yapıştırılması	45
3.2.3. Termal Döngü.....	47
3.2.4. Ortodontik Braket Makaslama Bağlanma Dayanımı Analizi.....	48
3.3. Artık Adeziv İndeksi (AAİ).....	50
3.4. Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) Altında İnceleme.....	53
3.5. İstatistiksel Analiz	53
4. BULGULAR	55
4.1. Uygulanan Ajanların Braket Bağlanma Dayanımına Etkisi.....	55
4.2. Gruplar Arası Artık Adeziv İndeks Dağılımı	56
4.3. Taramalı Elektron Mikroskobu(SEM) Analizi Sonuçları	58
5. TARTIŞMA.....	70
5.1. Çalışmanın Amacının Tartışması	70
5.2. Çalışmanın Yönteminin Tartışması	72
5.3. Çalışmanın Bulgularının Tartışması.....	76
6. SONUÇ.....	80
KAYNAKLAR.....	81
BİLİMSEL ETİK BEYANI.....	106
ÖZGEÇMİŞ.....	107

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AAİ	: Artık Adeziv İndeksi
BNL	: Beyaz Nokta Lezyonu
CCD	: Charge coupled device
CPP – ACPF	: Casein phoshopeptide-amorphous calcium phosphate fluoride (Kazein fosfopeptit amorf kalsiyum fosfat florür)
CPP-ACP	: Casein phosphopeptide – amorphous calcium phosphate (Kazein fosfopeptit amorf kalsiyum fosfat)
DIFOTI	: Digital Imaging Fiber-Optic Transillumination (Dijital Fiber Optik Transilluminasyon)
IgA	: İmmunoglobulin A
LDH	: Laktat Dehidrogenaz
Maks	: Maksimum
Min	: Minimum
NaF	: Sodyum Florür
pH	: Asit – Baz değeri
TEM	: Taramalı Elektron Mikroskobu
SS	: Standart Sapma
TEGDMA	: Trietilen Glikol Dimetakrilat

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Bağlanma Dayanım verilerinin grafiksel olarak sunumu	56
Şekil 2. AAI skorları ve yüzdesel olarak dağılımı	58
Şekil 3. Gr-1-7_03; Braketler, uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 1 düzeyindedir (500x büyütme)	59
Şekil 4. Gr-1-7_04; Braketler, uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 3 düzeyindedir (1000x büyütme)	59
Şekil 5. Gr-1-7_05; Braketler, uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 1 düzeyindedir (500x büyütme)	60
Şekil 6. Gr-1-7_06; Braketler, uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 3 düzeyindedir (1000x büyütme)	60
Şekil 7. Gr-2-19_02; Braketler, uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorklanması, 1 düzeyindedir (500x büyütme)	61
Şekil 8. Gr-2-19_04; Braketler, uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorklanması, 3 düzeyindedir (1000x büyütme)	61
Şekil 9. Gr-2-19_05; Braketler, uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorklanması, 1 düzeyindedir (500x büyütme)	62
Şekil 10. Gr-2-19_06; Braketler, uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorklanması, 3 düzeyindedir (1000x büyütme)	62

Şekil 11. Gr-3-20_03; Braketler, uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorklanması, 2 düzeyindedir (500x büyütme)	63
Şekil 12. Gr-3-20_04; Braketler, uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorklanması, 2 düzeyindedir (1000x büyütme)	63
Şekil 13. Gr-3-20_05; Braketler, uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorklanması, 2 düzeyindedir (500x büyütme)	64
Şekil 14. Gr-3-20_06; Braketler, uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorklanması, 2 düzeyindedir (1000x büyütme)	64
Şekil 15. Gr-4-16_02; Braketler, uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorklanması, 3 düzeyindedir (500x büyütme)	65
Şekil 16. Gr-4-16_03; Braketler, uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorklanması, 3 düzeyindedir (1000x büyütme)	65
Şekil 17. Gr-4-16_05; Braketler, uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorklanması, 3 düzeyindedir (500x büyütme)	66
Şekil 18. Gr-4-16_06; Braketler, uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorklanması, 3 düzeyindedir (1000x büyütme)	66
Şekil 19. Gr-5-6_02; Braketler, uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorklanması, 3 düzeyindedir (500x büyütme)	67
Şekil 20. Gr-5-6_04; Braketler, uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorklanması, 3 düzeyindedir (1000x büyütme)	67

- Şekil 21.** Gr-5-6_05; Braketler, uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorklanması, 3 düzeyindedir (500x büyütme) 68
- Şekil 22.** Gr-5-6_06; Braketler, uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorklanması, 3 düzeyindedir (1000x büyütme) 68



RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. Olympus SZ61 Stereomikroskop.....	39
Resim 2. Stereomikroskop altında dişlerin incelenmesi	39
Resim 3. Çalışmada kullanılan etüv cihazı	40
Resim 4. CPP-ACP/F içeren ürün.....	42
Resim 5. CPP-ACPF uygulaması öncesi	42
Resim 6. CPP-ACPF uygulaması sonrası	43
Resim 7. Çalışmamızda kullanılan florür vernik	43
Resim 8. ICON- Etch, ICON – Dry ve ICON İnfiltrant	44
Resim 9. Resin İnfiltrasyon Uygulama öncesi.....	44
Resim 10. ICON Dry uygulama sonrası	45
Resim 11. ICON İnfiltrant uygulama sonrası	45
Resim 12. Transbond XT bond ve kompozit, Reliance fosforik asit.....	46
Resim 13. 3M ESPE Elipar ışık cihazı.....	47
Resim 14. Termal döngü cihazı	48
Resim 15. Makaslama cihazı.....	49
Resim 16. Örneklerin cihazdaki yerleşimi.....	50
Resim 17. AAİ Skor 0.....	51
Resim 18. AAİ Skor:1.....	51
Resim 19. AAİ Skor: 2.....	52
Resim 20. AAİ Skor:3.....	52
Resim 21. AAİ Skor: 4.....	53

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Gruplara göre braket bağlanma değerleri	55
Tablo 2. AAİ skorları ve yüzdesel olarak dağılımı.....	57
Tablo 3. Braket uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyalin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması.	69



ÖZET

BEYAZ NOKTA LEZYONLARININ TEDAVİSİNDE KULLANILAN AJANLARIN MİNE-ORTODONTİK BRAKET BAĞLANMA DAYANIMINA ETKİSİ

**Özant Y. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ortodonti
Doktora Programı, Doktora Tezi, Aydın, 2021.**

Bu in vitro çalışmanın amacı, beyaz nokta lezyonu tedavisinde kullanılan florür vernik, kazein fosfopeptit amorf kalsiyum fosfat florür (CPP-ACPF) ve rezin infiltrasyon uygulamalarının, laboratuvar ortamında mine ortodontik braket bağlanma dayanımına etkisini ve kırılma sonrası diş yüzeyinde kalan artık adeziv miktarını incelemektir.

Çalışmada ortodontik tedavi amacıyla çekilmiş alt üst birinci ve ikinci premolar dişler kullanılmıştır. Dahil edilme kriterleri; daha önce ortodontik tedavi görmemiş, çürük olmayan, kırık veya çatlak bulunmayan, dolgu yapılmamış dişler seçilmiştir. Toplam yüz diş beş gruba bölünürken, her grupta yirmişer diş bulunmaktadır. Gruplar: G1 kontrol grubu, G2 demineralize edilmiş ve hiçbir tedavi edici ajan uygulanmamış, G3 demineralizasyon sonrası CPP-ACPF uygulanmış, G4 demineralizasyon sonrası florür vernik uygulanmış ve G5 demineralizasyon sonrası rezin infiltrasyon uygulanmış şeklinde ayarlanmıştır. Demineralizasyon-remineralizasyon döngüsü 21 gün sürerken, dişler 6 saat demineralizasyon solüsyonunda, 18 saat remineralizasyon solüsyonunda bekletilmiştir. Solüsyonlar arası geçişte, dişler tek tek distile su ile yıkanmıştır. Uygulanan ajanlar üretici firmaların direktifleri doğrultusunda uygulanırken, üçüncü gruptaki dişlere her gün 5 dakika boyunca CPP-ACPF uygulandıktan sonra 24 saat boyunca etüvde 37°C’de bekletilmiştir. Bu döngü 1 hafta boyunca devam etmiştir. Braketler yerleştirildikten sonra adezivlerin polimerizasyonun tamamlanması amacıyla 24 saat yapay tükürük solüsyonunda 37°C’de bekletilmiştir. Bu işlemten sonra dişler termal döngüye tabii tutulmuştur. Termal döngü sonrasında dişler makaslama cihazında bağlanma dayanımı test edilmiştir. Braketler dişten ayrıldıktan sonra diş yüzeyinde kalan artık adeziv değerlendirmesi yapılmıştır. Verilerin analizi IBM SPSS Statistics 17.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) paket programında yapılmıştır. Bağlanma dayanımı

ölçümlerine ilişkin veriler Shapiro-Wilk testine göre normale yakın bir dağılım göstermektedir ($W=0,980$, $p=0,135$). Gruplar arasında Levene testine göre bağlanma dayanım ölçümlerinin de homojen olduğu görülmüştür ($W=0,171$ ve $p=0,953$). Her iki parametrik test istatistiği varsayımı (normal dağılım ve varyans homojenliği) sağlandığı için gruplar arasında ortalama bağlanma dayanımları yönünden farkın önemliliği tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) ile araştırılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler; bağlanma dayanımı için ortalama $\pm$ standart sapma biçiminde, Artık Adeziv İndeksi (AAİ) skorları ise denek sayısı ve yüzde olarak ifade edildi. AAİ skorları açısından farkın önemliliği Kruskal Wallis testi ile değerlendirilmiştir. Tek Yönlü Varyans Analizi sonucunda F istatistiği önemli bulunduğundan ($F=6,895$ ve $p<0,001$) bir sonraki aşamada söz konusu farka neden olan grup ya da grupları tespit etmek amacıyla post – hoc Tukey’s HSD testi kullanılarak gruplar arasında ikili karşılaştırmalar yapılmıştır.

Çalışmada braket bağlanma değerleri incelendiğinde Grup 1 ile Grup 4 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,037$); Grup 2 ile Grup 4 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,001$); Grup 3 ile Grup 4 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,018$); Grup 4 ile Grup 5 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,001$) bulunmuştur. AAİ’i sonuçları ve yüzdeleri incelendiğinde Grup 1 ile grup 4 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,038$); Grup 3 ile Grup 4 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,001$); Grup 4 ile Grup 5 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,001$) bulunmuştur.

Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlara göre florür vernik uygulanmış grupta en düşük bağlanma dayanım elde edilirken yine aynı grupta en düşük AAİ skoru elde edilmiştir. Sağlam mine grubuyla, demineralize mineye uygulanan CPP-ACPF ve rezin infiltrasyon yöntemi uygulanan dişler karşılaştırıldığında ise, CPP-ACPF ve rezin infiltrasyon gruplarında kontrol grubuna göre daha yüksek bağlanma dayanımları elde edilmiştir. En yüksek bağlanma dayanımı gösteren grup ise rezin infiltrasyon uygulandıktan sonra braket yapıştırılan grup olmuştur. Tüm gruplarda elde edilen bağlanma dayanımı ise klinik olarak yeterli bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: CPP-ACPF, Demineralizasyon, Rezin infiltrasyon, Braket

ABSTRACT

Shear bond strength of orthodontic brackets after application of resin infiltration, fluoride varnish and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate fluoride remineralising agents

Ozant Y. Aydın Adnan Menderes University Institute of Health Sciences Orthodontic Doctorate Program, Doctor of Philosophy Thesis, Aydın, 2021.

The aim of this in vitro study is to examine the effects of fluoride varnish, CPP-ACPF and resin infiltration applications used in the treatment of white spot lesion on enamel orthodontic bracket bond strength in the laboratory environment and the amount of residual adhesive remaining on the tooth surface after fracture.

We have used upper and lower first and second premolars that were extracted due to orthodontic treatment were used in the study. Inclusion criteria; Teeth that have not received orthodontic treatment before, that are not decayed, have no fractures or cracks, and have not been filled, were selected. While a total of one hundred teeth are divided into five groups, there are twenty teeth in each group. Groups: G1 control group, G2 demineralized and no therapeutic agent applied, G3 post demineralisation CPP-ACPF applied, G4 post demineralisation fluoride varnish applied and G5 demineralisation resin infiltration applied. While the demineralization-remineralization cycle lasted 21 days, the teeth were kept in demineralization solution for 6 hours and in remineralization solution for 18 hours. During the transition between solutions, the teeth were washed one by one with distilled water. While the applied agents were applied in line with the manufacturer's instructions, the teeth in the third group were stored at 37°C for 24 hours after applying CPP-ACPF for 5 minutes every day. This cycle continued for 1 week. After the brackets were placed, the adhesives were kept in artificial saliva solution at 37°C for 24 hours in order to complete the polymerization. After this process, the teeth were subjected to thermal cycling. Bond strength was tested in the teeth shear device after thermal cycling. The residual adhesive remaining on the tooth surface after the brackets were removed from the tooth was evaluated. The samples were tested for shear bond strength (SBS) using a universal testing machine, and the adhesive remnant index (ARI) was evaluated. One-way ANOVA and post-hoc Tukey tests were used to compare the SBS of

the groups. ARI scores were evaluated with the Kruskal Wallis test. The statistical significance was set at $P < 0.05$. When the bracket attachment values were examined in the study, the difference between Group 1 and Group 4 was statistically significant ($p=0.037$), the difference between Group 2 and Group 4 was statistically significant ($p<0.001$), the difference between Group 3 and Group 4 was statistically significant ($p= 0.018$), the difference between Group 4 and Group 5 was statistically significant ($p<0.001$). When the ARI results and percentages were analyzed, the difference between Group 1 and Group 4 was statistically significant ($p=0.038$), the difference between Group 3 and Group 4 was statistically significant ($p<0.001$), the difference between Group 4 and Group 5 was statistically significant ($p<0.001$).

According to the results we obtained in our study, the lowest bond strength was obtained in the fluoride varnish applied group, while the lowest AAI score was obtained in the same group. When the intact enamel group was compared with the teeth applied CPP-ACPF and resin infiltration method applied to demineralized enamel, higher bond strengths were obtained in the CPP-ACPF and resin infiltration groups compared to the control group. The group with the highest bond strength was the group in which the bracket was adhered after the resin infiltration was applied. The bond strength obtained in all groups was clinically sufficient.

Key words: CPP-ACPF, Demineralisation, Resin infiltration, Bracket

1. GİRİŞ

Diş çürüğü, diş sert dokularını etkileyen bir hastalık olup multi faktöriyel bir etiyoloji ile oluşmaktadır. Çürük oluşumu dişin en dış kısmı olan mine tabakasından başlar. Mine çürükleri başlangıçta opak, beyaz renkli olup, beyaz nokta lezyonu (BNL) olarak isimlendirilmiştir. BNL düz yüzeyde lokalize, süt beyaz/opak olarak kendini gösteren, demineralize çürük minenin yüzey altı porözitesi olarak tanımlanmaktadır (Bishara ve Ostby, 2008). Bu lezyonlar genellikle yetersiz oral hijyen nedeniyle asidik ortama bağlı olarak, mine yüzeyinde demineralizasyon-remineralizasyon döngüsünün bozulması sonucu meydana gelmektedir. Zamanla beyaz nokta lezyonları remineralize olsa da, dişteki opak görüntü değişmeyip estetik olmayan bir görüntüye sebep olmaktadır (Julien ve ark., 2013; Selwitz ve ark., 2007)

Mine çürükleri başlangıçta opak, beyaz renkli olup, BNL (Beyaz Nokta Lezyonu) olarak tanımlanmaktadır. BNL, dental plak altında kalan demineralize yapıda alanlardır. Zamanla beyaz nokta lezyonları remineralize olsa da, dişteki opak görüntü değişmeyip estetik olmayan bir görüntüye sebep olmaktadır (Julien ve ark., 2013; Selwitz ve ark., 2007). Beyaz nokta lezyonlarının oluşumunda diş yüzeyinde uzun süreli plak varlığı önemli rol oynamaktadır (Guzmán-Armstrong ve ark., 2010; Tufekci ve ark., 2011).

İdeal ağız hijyeni sağlayamayan ortodonti hastalarında beyaz nokta lezyonu görülme riski artmaktadır (Øgaard, 2008). Klinik olarak mine dekalsifikasyonlarının belirlendiği bölge bakterilerin uzun süre kalacağı ve temizlemenin güç olduğu bölgelerdir. Bu bölgelerde hem demineralizasyonun daha çok oluşmasına bağlı olarak, hem de plak remineralizasyon oluşmasına engel olduğu için BNL ortaya çıkar (Gorelick ve ark., 1982; M. M. O'Reilly ve J. D. Featherstone, 1987). Ortodontik bant, braket veya daha karmaşık tedavi seçenekleri hem ağızda plak için tutucu alan oluşturmakta hem de tutunan bu plakların doğal yolla uzaklaştırılmasında rol oynayan kas ve tükürük faaliyetlerine engel olmaktadır (Rosenbloom ve Tinanoff, 1991). Bu sirkülasyonda fermente karbonhidrat ihtiva eden düşük pH'daki plak oluşur. Ayrıca Streptococcus mutans ve lactobacilli gibi asidik bakteri kolonizasyonunu oluşumunu da artırır (Gorelick ve ark., 1982; Mizrahi, 1982; Rosenbloom ve Tinanoff, 1991).

Ortodontik tedavi sonrası BNL görülme prevalansı, ölçüm yöntemine, kriterlerine ve önceden mevcut gelişimsel mine defektlerinin ölçüme dahil edilmesine bağlı olarak

değişmektedir (Tufekci ve ark., 2011). Yapılan bazı çalışmalarda hastalarının beyaz nokta lezyon prevalansının %2 ile %96 arasında değiştiği bildirilmiştir (Gorelick ve ark., 1982; Mitchell, 1992; Mizrahi, 1982; Øgaard ve ark., 1988). Ortodontik tedavinin süresine göre beyaz nokta lezyonunun ağızda görülme sıklığı ve şiddeti değişebilmektedir. Beyaz nokta lezyonları 4 haftalık bir sürede oluşabilmektedir ki bu da ortodontik tedavi gören hastaların iki seans arasındaki süreye eşdeğerdir (Geiger ve ark., 1988).

Bugüne kadar, BNL'lerin tedavisinde birkaç farklı yöntemin etkinliği araştırılmıştır (Borges ve ark., 2011; Sonesson ve ark., 2017). Lezyon remineralizasyonunu teşvik etmek için diyet ve iyi ağız hijyeni ile ilişkili topikal florür ajanlarının kullanılmasıyla BNL'lerin invazif olmayan tedavisine büyük ilgi gösterilmiştir (Ferreira ve ark., 2009). Kaviteye uğramamış lezyonlar için doğal onarım süreci olan remineralizasyon, demineralizasyondan sonra kalan yüzey altı lezyonlarında mevcut kristal kalıntıları üzerinde yeni bir yüzey oluşturmak için florür destekli kalsiyum ve fosfat iyonlarına dayanır (Featherstone, 2008). Florür iyonları, remineralize mine/dentine dahil olur, karbonatlı apatiti daha aside dayanıklı ve sert dokulara ilave asit direnci veren florapatit benzeri bir forma dönüştürür (Young ve ark., 2009). Ortodontik tedavi gören hastalarda florür vernik kullanımının mine demineralizasyonunu %43,3 oranında azalttığı iddia edilmiştir (Zabokova-Bilbilova ve ark., 2014).

Kazein fosfopeptid amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP), bir nano-kompleks süt proteini (kazein fosfopeptidi) ve amorf kalsiyum fosfattır (Claude ve Firestone, 1995). Kazein fosfopeptid, kalsiyum ve fosfat iyonlarını bağlayarak amorf kalsiyum fosfatlı nanokümeler oluşturabilir. Bu kazein fosfopeptit stabilize edilmiş amorf kalsiyum fosfat nanokümleri (CPP-ACP), yüzey altı lezyonu içinde kalsiyum ve fosfat iyonlarının ve iyon çiftlerinin yüksek konsantrasyon gradyanlarını tutabilir. Lezyon sıvısındaki iyon konsantrasyonundaki artış, kristal büyümesi yoluyla hidroksiapatit veya florapatit oluşumu ile sonuçlanır, böylece mine demineralizasyonunu baskılar ve remineralizasyonu artırır (Cochrane ve ark., 2008; Cross ve ark., 2016; Reynolds, 1997; Shen ve ark., 2001). Yeterli seviyelerde kalsiyum ve fosfat iyonları florür iyonları (CPP-ACPF) ile birleştirildiğinde, bu kombinasyonun mine lezyonlarının önemli ölçüde remineralizasyonu ile sonuçlanabileceği gösterilmiştir. CPP-ACP ile birleştirilen florürün, beyaz nokta lezyonunun gövdesine dahil olduğu gösterilmiştir ve minenin en dış yüzey tabakasında lokalize değildir. Florür iyonlarının kalsiyum ve fosfat iyonları ile birlikte lezyonun derinliklerine difüzyonu, lezyonun gövdesi boyunca önemli

kristal büyümesine (remineralizasyon) olanak tanır (Cochrane ve Reynolds, 2012; Cochrane ve ark., 2008; Reynolds ve ark., 2008).

Yeni başlayan çürük lezyonlarını durdurmak amacıyla, düşük viskoziteli, ışıkla sertleşen rezinlerin yüzey altındaki lezyonlara ulaşması koruyucu ve onarıcı tedavilerin yerine kullanılabilir (Mandava ve ark., 2017). Randomize kontrollü klinik çalışmalarda düz yüzeyli mine lezyonlarının durdurulmasında etkili olduğu görülmüştür (Bagher ve ark., 2018; Paris ve ark., 2010; Senestraro ve ark., 2013). Düşük viskoziteli ışıkla sertleşen rezin infiltrasyon yöntemi, invaziv olmayan önlemlerle remineralize olması veya durdurulması beklenmeyen erken çürük lezyonlarını tedavi etmek için alternatif bir yaklaşım olarak kullanılmaktadır. Bu teknik, asitler ve çözünmüş mineraller için difüzyon yolları görevi gören lezyon gövdesi içindeki kristaller arası boşlukları doldurmayı amaçlar. Polimerizasyondan sonra infiltrant, karyojenik asitler ve çözünmüş mineraller için difüzyon yollarını tıkamaktadır (Meyer-Lueckel ve Paris, 2008a; Paris, Meyer-Lueckel, ve Kielbassa, 2007).

Ortodontik tedavi görmemiş bireylerde beyaz nokta lezyonu görülme sıklığı %11-24 arasında olduğu belirtilmiş olup, bu durum ortodontik tedavi öncesinde de hastaların beyaz nokta lezyonuna sahip olduğu anlamını taşımaktadır (Boersma ve ark., 2005; Gorelick ve ark., 1982; Lucchese ve Gherlone, 2013). Sabit ortodontik apareylerin yerleştirilmesi ile BNL'lerin gelişme olasılığı kötüleşebilir. Ortodontik tedavi sırasında BNL'lerin yüksek prevalansı nedeniyle demineralize minelerde uygun ajanların kullanılması BNL oluşumunu durdurmak için önemlidir. Bu ajanların braketlerin mine yüzeyine bağlanmasında minimum negatif etkiye sahip olmalıdır. Bu nedenle bu in vitro çalışmanın amacı, BNL tedavisi amacıyla kullanılan ajanların ortodontik tedavi öncesinde uygulanmasının braket bağlanma dayanımına etkisini ve artık adeziv miktarını ölçmektir. 5 gruptan oluşan çalışmamızda kontrol grubu, demineralize mine yüzeyi grubu, kazein fosfopeptit amorf kalsiyum fosfat florür, florür vernik ve rezin infiltrasyon uygulanmış grupların bağlanma dayanımı ve artık adeziv miktarları değerlendirilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Çürük Lezyonlarının Oluşumu

Diş çürükleri, karbonhidrat fermentasyonu sonucu ortaya çıkan asit ve diğer ürünlerin dişler üzerindeki sert doku yüzeylerinde demineralizasyon oluşturmasıyla başlayan bir süreçtir. Çürük oluşumu, plak içerisinde bulunan mikrobiyolojik değişikliklerle başlayan, karbonhidrat tüketimi, tükürük akış hızı, içeriği, tamponlama kapasitesi ve koruyucu uygulamalardan etkilenen multifaktöriyel bir süreçtir (Fejerskov, 1997). Dünyada en yaygın olarak görülen kronik hastalıklardan biri olarak görülen diş çürükleri için üç farklı hipotez bulunmaktadır. Bunlar; spesifik plak hipotezi, spesifik olmayan plak hipotezi ve ekolojik plak hipotezidir. Spesifik plak hipotezinde; çürük oluşumundan sorumlu olduğu düşünülen mikroorganizmalardan en çok görülen türlerden ikisi Streptokokus mutans ve Streptokokus sorbinus'tur. Spesifik olmayan plak hipotezinde; çürüğün oluşumunda birden fazla bakterinin aktif rol aldığı ve bu bakterilerin ürettiği mikrofloranın sorumlu olduğu düşünülmektedir. Ekolojik plak hipotezinde ise, çürüğün bulunduğu bölgedeki çevresel faktörlerin etkisiyle mikrofloradaki değişimlerin çürüğe sebep olduğu düşünülmektedir (Aas ve ark., 2008).

Çürüğün oluşabilmesi için dört ana faktörün bir arada bulunması gerekmektedir. Bu faktörler; konak (diş sert dokuları), kariyojenik mikroorganizmalar, beslenme şekli ve zaman olarak sıralanabilir. Yapılan çalışmalar sonucunda dört ana faktöre ek olarak diş morfolojisinin, tükürük oluşum miktarının, vücut savunma sisteminin, genetik veya sosyoekonomik düzeyin, davranışsal ve çevresel faktörlerin, eğitim seviyesinin, alışkanlıkların ve florür uygulamasının da etkili olduğu görülmüştür (Selwitz ve ark., 2007).

Diş çürükleri, plak biofilmiyle diş yüzeyi arasında gerçekleşen etkileşim sonucu ilerlemektedir. Çürük oluşumu dental plak veya biofilmde başlar. Dental plak, müsinöz ve prolinden zengin proteinlerin, staterin, histain, lizoizim, amilaz ve IgA gibi tükürüğün organik bileşenlerinin katılımıyla diş yüzeyinde, pelikülün oluşması sonucunda ortaya çıkar (Tağtekin ve ark., 2014). Biyofilm tabakası (dental plak), çürük oluşumunun erken safhalarında uzaklaştırıldığında oluşacak çürük, geri dönüşümlü olup durdurulması mümkündür. Mine yüzeyinde oluşan bu demineralize alan erken safhalarda klinik olarak teşhis edilememektedir.

Lezyonların ilerlemesi için gerekli koşullar devam ettiği sürece lezyon büyür ve dış yüzeyinde kavitasyon oluşmaya başlar (Kidd ve Fejerskov, 2004).

2.1.1. Konağa Bağlı Faktörler

Çürük oluşumundaki ilk faktör konak, diğer adıyla diştir. Dişin ağız içerisindeki konumu, morfolojisi, yapısı ve ağızda bulunduğu süre çürüğün oluşumunu etkileyen faktörlerdendir. Konağa ilişkin faktörler arasında; dişin kimyasal yapısının asit ataklarına karşı dirençsiz olması, dişlerin şekil ve diziliş bakımından plak retansiyonuna elverişli olması, ağız hijyeninin yeterli olmaması ve temizliği zorlaştırabilecek sabit veya hareketli apareylerin bulunması, tükürük akış hızı, tamponlama kapasitesi ve tükürük içerisinde bulunan anti bakteriyel ajanların yetersiz oluşu bulunmaktadır (Bektaş ve Turgut, 2010).

Tükürüğün birden fazla savunma mekanizması vardır. Tükürük, ağız ortamında mekanik temizlik yapılmasına, plak asitlerinin tamponlanmasına ve seyreltilmesine yardımcı olur (Tazegül ve ark., 2004). Tükürüğün çürük önleyici etkisi pH'sına, akış hızına, tamponlama kapasitesine, antimikrobiyal özelliğine ve tükürüğün içerdiği immün sistem ajanlarına bağlıdır (Kılınç ve ark., 2015). Tükürüğün akış hızının artmasıyla yıkayıcı etkisi ve tamponlama kapasitesi artarken, biyofilm tabakasının oluşma hızı azalır, pH yükselir ve mine yüzeyinde remineralizasyon gerçekleşir (Tazegül ve ark., 2004). Tükürüğün diğer bir görevi ise flor iyonlarını plak ile mine arasındaki yüzeye iletmektir. Tükürükte sürekli belli bir konsantrasyonda flor iyonlarının bulunması asit ataklarına karşı demineralizasyonun önlenmesine yardımcı olmaktadır. Herhangi bir nedenden dolayı yetersiz miktarda tükürük salgılanması çürük insidansını artırmaktadır (Kuvvetli ve Sandallı, 2006).

Konağa ilişkin önemli faktörlerden bir diğeri ise ağızda plak retansiyonuna yol açacak retantif alanların ve ataçmanların varlığıdır. Sabit ortodontik ataçmanların ve apareylerin varlığı plak retansiyonuna elverişli alan oluştururken, plağın uzaklaştırılmasını da zorlaştırmaktadır. Braketlerin düzensiz yüzeyleri, bantlar, teller ve diğer ataçmanlar dişlerin yanak-dudak hareketleri ve tükürük gibi doğal yollarla temizlenmesini kısıtlamaktadır (Karabekiroğlu ve ark., 2015).

2.1.2. Mikroorganizmalar

Streptokokus mutans ve laktobasiller; tükürük ve dental plak içerisinde bulunan mikroorganizmaların %1'inden azını oluşturmaktadır. *Streptokokus mutans* çürüğün oluşumunda ve erken safhalarında rol alır. Streptokoklar düz yüzeye tutunup kolonize olma, asidik ortamda bulunabilme (asidürik), asit üretebilme (asidojenik) ve ekstra-intraselüler polisakkarit depolayabilme özelliklerine sahiptir. Karbonhidrat bakımından zengin besinlerin sıklıkla tüketilmesi, streptokok sayısını artırır ve ortamın pH'sını düşürerek çürük için elverişli ortam hazırlar (Harris ve Garcia-Godoy, 2004).

Laktobasiller hakkındaki genel görüş ise; ağız içinde asidürik, asidojenik ve karyojenik mikroorganizmalar olup çürük ve kavite oluşumunda önemli rol aldığı yönündedir (Harris ve Garcia-Godoy, 2004).

2.1.3. Diyet

Çürük oluşumunda diğer önemli faktör ise tüketilen gıda türleridir. Yiyeceklerin, diş yüzeyine tutunabilme, tüketilen karbonhidratların cinsi, fermente edilebilen karbonhidratların tüketilme sıklığı, yiyecek içerisinde bulunan kalsiyum miktarı ile fosfat ve flor gibi koruyucu ajanların varlığı, çözünürlüğü, asidojenitesi, tükürük akış hızını etkileyen stimüle etme özelliğine göre çürük oluşumuyla doğrudan ilişkilidir (Peker ve Bermek, 2008).

Ekmek, tatlandırıcılı kahvaltılıklar, kurabiye, pasta kuru meyveler ve patates cipsleri gibi besinler karbonhidrat miktarı fazla, fermente olabilen, ağızda kalma süresi uzun, en ufak bileşenlerine kadar parçalanmış ve plak pH'ını hızlı bir şekilde 5,5'in altına düşüren yüksek karyojeniteye sahip besinlerdir. Yüksek protein değerlerine sahip, orta düzeyde yağlı, düşük karbonhidrat miktarına sahip, yüksek oranda kalsiyum ve fosfat içeren, plak pH'ını 6'nın üzerine çıkaran ve tükürük akış hızını hızlandıran, süt ve süt ürünleri, yumurta, fıstık ve bazı sebze çeşitleri gibi besinler ise düşük karyojeniteye sahip besinler olarak adlandırılmaktadır (Peker ve Bermek, 2008).

2.2. Demineralizasyon ve Remineralizasyon

Diş çürükleri; diş yüzeyi ile biyofilm tabakası arasındaki demineralizasyon ve remineralizasyon arasındaki döngünün demineralizasyon lehine dönüşmesiyle oluşmaya başlar (Featherstone, 2004). Çürük oluşumu için plak pH'nın 5,5'in altına düşmesi sonucu dişteki mineral kayıpları demineralizasyon, pH'nın yükselmesiyle minerallerin tekrardan dişe depolanması remineralizasyon olarak adlandırılır (Ten Cate ve Duijsters, 1983).

2.2.1. Demineralizasyon

Demineralizasyon, dişin kalsiyum ve fosfat gibi minerallerinin, mine, dentin ve sement gibi sert dokuları oluşturan hidroksiapatit kristallerinin asit atakları etkisiyle çözünmesi sonucu gerçekleşmektedir (Harris ve Garcia-Godoy, 2004). Günümüzde demineralizasyonun gelişimi ve çürük oluşumu konusunda kabul edilen teori, asidojenik teoridir (Buonocore, 1955).

Sağlam mine kristalleri hidroksiapatit benzeyen fakat saf olmayan bir mineralden oluşan, yaklaşık 40 nm büyüklüğünde yapılardır. Dental mineralin asit atakları esnasında daha kolay çözünmesinin nedeni saf hidroksiapatit veya fluroapatit iyonları içermek yerine karbonat iyonu içermesidir (Nelson ve ark., 1983).

Demineralizasyon sürecinde diş çevreleyen plak kadar mine, dentin ve sement kristallerinin birleşimi de önemlidir. Bu durum minenin yaklaşık olarak 5,5 pH, dentinin ise yaklaşık olarak 6,3 pH'lık değere sahip olmasıyla açıklanabilmektedir. Çürük aktivitesinin değişkenlik göstermesi ise bireyler arasında farklı miktarlarda bulunan tükürük ve plak içerisindeki kalsiyum, fosfat ve florür iyonlarının farklılık göstermesinden kaynaklanmaktadır.

Bireyler arasındaki şeker tüketim miktarı ve oral hijyen arasındaki farklar da demineralizasyon açısından önem arz etmektedir. Üzerinde plak bulunmayan dişler, kronik olarak endojen ve eksojen asitlere maruz kalması halinde, diş üzerinde erozyonlar oluşmaktadır. Erozyon süresince pH değeri önemli olsa da dişle temas halinde olan besinlerin içeriğindeki kalsiyum, fosfat ve florid seviyesi de önemlidir. Bu nedenle kalsiyum değeri

yüksek olan besinler tüketilerek pH değerinin düşürülebileceği savunulmaktadır (Lussi ve ark., 2012).

Demineralizasyon olayı iki basamakta gerçekleşir. İlk olarak, fermente olabilen karbonhidratlar bakteriler tarafından metabolize edilerek, diş içerisinde kristaller arasında bulunan su aracılığıyla difüze olabilen laktat dehidrogenaz (LDH) gibi organik asitler üretilir. İkinci olarak, difüze olan organik asitler, mine kristali üzerinde uygun bir nokta bularak, kalsiyum ve fosfat minerallerini çözer (Hannig ve Hannig, 2010; ten Cate ve Featherstone, 1991).

Plaktaki asit atakları başladıktan sonra sırayla, kalsiyum florid, hidroksiapatit ve en son olarak flor hidroksiapatit çözünmektedir. Asit atakları devam ettikçe, çözünmüş olan iyonlar, plak sıvısı içerisindeki doygunluk derecesini yeterli seviyeye getirerek kristal yapıların çözünmesini yavaşlatmaktadır. Ortamın pH'ı tekrar 7'ye yükseldiğinde, çözünmüş iyon havuzundan kristaller yeniden oluşmaya başlarken bazıları hidroksiapatit, bazıları ise flor hidroksiapatit şeklinde oluşmaktadır. Bu olayla birlikte yüzeyde çökelmiş yeni kalsiyum florid görülmeye başlanır. Bu yapılarda herhangi bir çözünme olayı gerçekleşmeye başladığı zaman tükürük, su veya diş macunlarında bulunan flor, kalsiyum ve fosfat mineralleri yerine konulabilmektedir. Ağız içerisindeki bu hassas denge, asit ataklarının çok sık ve uzun süreli meydana gelmesiyle diş aleyhine bozulmaktadır (Nguyen ve Martin, 2008).

Demineralizasyon öncesinde veya esnasında, kristal yüzeyde yeterli düzeyde flor iyonu bulunması, iyonların kristal yüzeye penetre olmasıyla demineralizasyonu önemli seviyede durdurabilmektedir. Ancak bu işlemin gerçekleşebilmesi için yeterli miktarda florun topikal olarak plakta veya dişte bulunması gerekmektedir (ten Cate ve Featherstone, 1991).

2.2.2. Remineralizasyon

Remineralizasyon, mine yapısında bulunan iyonların tekrardan depolanmasıyla oluşan mine tamiri ya da minenin yeniden güçlendirilmesi olarak tanımlanabilir. Normal şartlar altında tükürük ve biyofilm gibi ağız sıvıları minenin yapısında bulunan kalsiyum ve fosfat iyonlarını mineye oranla daha fazla barındırmaktadır. Bu iyonlar sürekli olarak mine yüzeyinde bulunmakta ve mineral kaybı yaşayan mine yüzeyine tekrar çökebilmektedir. Bu işlemler, minenin tükürük tarafından korunmasını sağlayan doğal bir savunma mekanizmasıdır (Cury ve Tenuta, 2009).

Biyofilm tabakasında bulunan karbonhidratlar ve sakkarozun bakteriler tarafından metabolize edilmesiyle, biofilm tabakası mineye göre daha az doymuş hale gelir. Bu da biyofilm tabakasındaki pH'ın düşmesine sebep olmaktadır. Bu durumun devam etmesi ile dişlerde çözümler gerçekleşmeye başlar. Ancak ortamdaki şeker miktarının azalmasıyla başladıkça pH değeri yeniden yükselmeye başlar. Fizyolojik pH değerine tekrar ulaşılması ve saturasyon artışının yeniden sağlanmasıyla minede kaybedilen mineraller tekrardan kazanılmaya başlanır. Yaşanan bu süreç remineralizasyon olarak tanımlanmaktadır (Cury ve Tenuta, 2009). Doğal remineralizasyon mekanizmasında tükürük içerisinde inorganik yapıda bulunan Ca ve P iyonları haricinde organik yapıda bulunan fosfopeptit ve fosfoproteinler yer almaktadır. Remineralizasyon işleminin gerçekleşmesi için tükürük içerisinde biyolojik olarak Ca ve P iyonlarının bulunması gerekmektedir. Tükürük yapısında bulunan proteinler, Ca ve P iyonlarının kümeler halinde çökmesi, katı faza geçmesi ve patolojik bir yapı olan diş taşı kalsifikasyonlarının oluşumunu engeller (Selwitz ve ark., 2007). Tükürük haricinde, plağın tamponlama kapasitesi, kalsiyum fosfat doymuşluğu, flor içeriği, kalınlığı ve mikroflorası gibi faktörler de demineralizasyon remineralizasyon döngüsü üzerinde etkilidir (Tağtekin ve ark., 2014).

Ağız ortamında fermente olabilen karbonhidratlar, karyojenik bakteriler ve tükürük var olduğu müddetçe demineralizasyon-remineralizasyon döngüsü devam eder (Featherstone, 2008). Remineralizasyon ile kazanılan Ca ve P iyonları genellikle demineralizasyon ile kazanılandan daha az olmaktadır (Cury ve Tenuta, 2009). Bu süreçlerin sonundaki net mineral kaybı dişin sert dokularında çözülmeye ve sonunda kavite oluşumuna sebep olur (Kidd ve Fejerskov, 2004).

2.3. Beyaz Nokta Lezyonu (BNL)

Demineralizasyon remineralizasyon arasındaki döngünün demineralizasyon lehine gelişmesiyle ortaya çıkan çürük oluşumunun makroskopik olarak izlenen ilk belirtisi beyaz nokta lezyonudur (Fejerskov ve Kidd, 2009). Mine demineralizasyonun ilk aşaması, interprizmatik alanda mineral kaybı ile karakterize olup, sonraki aşamada ise erken çürük lezyonunun göstergesi olan yüzeyel tabakadaki değişikliklerdir (Roopa ve ark., 2015).

'Başlangıç Çürüğü', 'Erken Mine Çürüğü', ya da 'Düz Yüzey Çürüğü' olarak da adlandırılan beyaz nokta lezyonları daha çok düz yüzeylerde, opak beyaz görünümde, çürük

demineralizasyonu kaynaklı olup yüzey altı porozitesi olarak tanımlanmaktadır (Uysal ve ark., 2009). Bu lezyonlar sağlıklı mineden daha poröz bir yapıda olsa da kaviteasyon gelişmemiş demineralize alanlardır. Beyaz nokta lezyonları, sağlam görünen mine dokusu altında devam eden demineralizasyonu işaret etmektedir (Arends ve Christoffersen, 1986). Opak beyaz görünüm ise yüzey altı mineral kaybı ve oluşan poröz yapının sağlam mineye göre ışığı farklı yansıtmasından kaynaklanmaktadır (Chang ve ark., 1997).

Sürekli olarak demineralizasyon-remineralizasyon döngüsüne maruz kalan dişin en dış yüzeyinde bulunan mine tabakasında, plak oluşumundan 1 hafta sonra mine yüzeyinde çözünmeye bağlı olarak porözitede artış ve kristaller arasındaki boşluklarda genişleme izlenir. Gelişimsel mine defektlerinin teşhisi hava ile kurutma veya ıslatmayla mümkün olmasa da beyaz nokta lezyonları hava ile kurutuldukları takdirde teşhis edilebilir (Heymann ve Grauer, 2013) .

Birinci haftada klinik olarak bir şey görülmezken, ikinci haftada dişlerin hava ile kurutulması sonrasında beyaz nokta lezyonlarını görmek mümkündür. Mine yüzeyi ıslandığı zaman poröz kısımları suyla dolarak saydamlaşır ve klinik olarak tespit edilemez. Bu aşamada demineralizasyon sadece mine yüzeyi ile sınırlı kalmaktadır. Mine yüzeyinde kaviteasyona rastlanmaz ve demineralize alan, çevrede bulunan sağlam dokulara göre daha kırılğan bir yapıdadır. Demineralizasyon sürecini durduracak bir ajan kullanılmadığı takdirde ise üçüncü ve dördüncü haftalarda lezyonun daha derine ilerlemesiyle ıslak mine yüzeyinde klinik olarak net bir şekilde görülebilen beyaz nokta lezyonlarına rastlanır. Durumun daha da ilerlemesi halinde mine-dentin birleşimine ulaşmış ve zayıf kalmış mine dokularında kaviteasyonlar görülebilir. Bu aşamaya gelindiği durumlarda remineralizasyon ile tedavi seçeneği mümkün değildir (Roberson ve Lundeen, 1995).

Beyaz nokta lezyonlarının görülme sıklığı %2 ile %96 arasında değişmektedir. Bu kadar geniş bir aralıkta görülmesinin nedeni ise beyaz nokta lezyonlarının çeşitli çalışmalarda farklı tanımlanmasından kaynaklanmaktadır. Beyaz nokta lezyonlarının tanısında kullanılan metodun hassasiyetine göre ayırt edilmesi de değişmektedir. Kantitatif ışığa bağlı floresan kullanıldığı çalışmalar ile gözle muayenelerin yapıldığı çalışmalar karşılaştırıldığında kantitatif ışığın kullanıldığı çalışmalarda beyaz nokta lezyonlarının görülme sıklığı daha fazladır (Boersma ve ark., 2005). Ortodontik tedavi öncesinde bu lezyonların görülme sıklığı %15,5 ile %40 arasında değişebilmektedir (Årtun ve Brobakken, 1986; Gorelick ve ark., 1982; Lovrov ve ark., 2007).

Ortodontik tedavi gören hastalarda beyaz nokta lezyonu görülme sıklığı anterior bölge için %8,5 ile %44; posterior dişler için %7 ile %71 arasındadır (Gorelick ve ark., 1982). Ortodontik tedavi gören hastalarda demineralizasyonun kantitatif olarak değerlendirildiği klinik çalışmada kadın hastaların %22'sinde, erkek hastaların ise %40'ında beyaz nokta lezyon oluşumu gözlenmiştir (Boersma ve ark., 2005).

Sabit ortodontik tedavi ile oluşan demineralizasyonun, bukkal yüzeylerde oluşma sıklığı diğer yüzeylere göre daha fazladır. Bu lezyonlar tüm diş yüzeylerinde izlenebilir ancak sıklıkla maksiller lateral, mandibular kanin ve mandibular birinci küçük azıların bukkal, servikal ya da orta 1/3 ünde izlenir (Årtun ve Brobakken, 1986; Gorelick ve ark., 1982). Lezyonların yoğunluk alanı gingival bölgeye yakın konumdadır (Banks ve ark., 2000).

2.3.1. Beyaz Nokta Lezyonlarının Tabakaları

Başlangıç çürük lezyonları, ışık mikroskobu ve polarizasyon mikroskobu altında incelendiğinde histolojik olarak mine yüzeyinden dentine doğru dört ayrı bölgeden oluştuğu gözlenmektedir. Bu tabakalar yüzeyden derine doğru şu şekilde sıralanmaktadır;

- Yüzey Tabaka
- Lezyon Gövdesi
- Karanlık Tabaka
- Saydam (Translüsent) Tabaka (Robinson ve ark., 2000)

2.3.1.1. Yüzey Tabaka

Başlangıç mine çürüğündeki en dış, en sert ve çözünmesi en zor olan tabakadır. Çürük ataklarından neredeyse hiç etkilenmeyen bu aşırı sert tabakada yer yer hipermineralize alanlar gözlemlenir. Radyo opasitesi sağlam mine dokusuna çok yakın olup, mineye göre daha poröz bir yapıdadır. Porları normal yapıdaki minede bulunan porlara göre daha geniştir. Mine lezyonunun ilerleme kaydettiği durumlarda Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile incelendiğinde konik şekilli bozukluklar izlenmektedir (Roberson ve ark., 2006).

2.3.1.2. Lezyon Gövdesi

Başlangıç mine çürüklerinin en geniş ve demineralizasyonun en fazla olduğu tabakadır. Sağlam mineye oranla bu tabakada %24 mineral kaybı görülmektedir. Por genişlikleri bakteri geçişi için yeterli büyüklüğe ulaşırsa bakteri görülebilir. Transmisyon elektron mikroskopuyla birlikte taramalı elektronun kullanıldığı çalışmalarda bu tabakada bakteri görülmüştür. Bakteri ve tükürük girişine bağlı olarak su ve organik yapıda artış görülür. Por hacmi en fazla olan tabakadır. Por hacmi periferde %5 iken merkezde %25 civarındadır. Lezyonun ilerlemesi durumunda radyografide izlenebilmektedir (Roberson ve ark., 2006).

2.3.1.3. Karanlık Tabaka

Bu tabakada çok miktarda mikropor bulunması ve bu porların kinolin boyasını tutması sebebiyle bu bölgeye karanlık tabaka adı verilmektedir. Toplam por hacmi %2 ile %4 arasındadır. Demineralizasyon remineralizasyon miktarına bağlı olarak %6'ya yakın bir mineral kaybı gözlenir. Demineralizasyon miktarı saydam tabakadan daha fazla iken, lezyon gövdesi tabakasına göre daha azdır. Karanlık tabakanın boyutu remineralizasyon miktarı hakkında fikir verebilmektedir (Roberson ve ark., 2006).

2.3.1.4. Saydam (Translüsent) Tabaka

Çürük mine dokusuyla sağlam mine dokusunu birbirinden ayıran, mine lezyonunun ilerleyebildiği en derin tabakadır. Bu bölgede %1,2'lik mineral kaybı gözlenir (Roberson ve ark., 2006). Normal mineye oranla daha fazla poröz yapı içerir. Retzius çizgileri ya tamamıyla kaybolmuştur ya da çok azalmıştır. Kinolin sıvısı verilip polarize ışık mikroskobu altında incelendiğinde herhangi bir yapı izlenmediği için bu isim verilmiştir (Robinson ve ark., 2000).

2.3.2. Beyaz Nokta Lezyonlarının Teşhisi

Tüm beyaz nokta lezyonlarının değerlendirmesi iki aşamada gerçekleşir. İlk aşamada kalsifikasyon varlığına bakılırken, ikinci aşamada ise lezyonun şiddeti belirlenir. Lezyonun şiddeti, renklenmesinin parlaklığı ve büyüklüğüne göre makroskobik değerlendirme yapılırken, mineral kaybı miktarı ve lezyon derinliğine göre mikroskobik değerlendirme yapılır (Benson, 2008).

Çürük teşhisi oldukça kompleks ve zor bir konu olmakla birlikte doğru tedavinin uygulanması için doğru şekilde yapılması çok önemlidir (Braga ve ark., 2010; Kidd ve Fejerskov, 2004).

2.3.2.1. Makroskobik Yöntemler

Makroskobik yöntemler demineralize olmuş mine yapısının optik özelliklerindeki değişiklikleri incelemeye dayalıdır. Sağlam mine, yapısı gereği ışığı daha az yansıtır. Mineye çarpan ışın fotonları dağılmadan önce ortalama 0,1mm ilerlemektedir. Beyaz nokta lezyonlarının beyaz görüntüsünün nedeni minede ışığın yansımadaki artıştır (Angmar-Mansson ve ten Bosch, 1987).

2.3.2.1.1. Klinik Muayene

Yapılan birçok çalışmada araştırmacılar demineralizasyonu değerlendirmek amacıyla klinik muayeneden faydalanmıştır (Alexander ve Ripa, 2000; Gillgrass, Benington, ve ark., 2001). Bu yöntem basit ve masrafsız olmakla birlikte ilave bir cihaz gerektirmemektedir. Demineralizasyonun neden olduğu beyaz nokta lezyonlarını klinik olarak ayırt etmek zor olmakla birlikte genellikle gelişimsel mine opasiteleri veya dental florozis ile karıştırılmaktadır (Uysal ve ark., 2009).

2.3.2.1.1.1. Görsel Muayene

Klinik olarak çürük teşhisinde en çok kullanılan yöntem olsa da lezyonda geniş kaviteler oluşmadığı sürece bu yöntemle teşhis mümkün değildir. İyi bir görsel muayene için diş yüzeyi temizlenip hava ile kurutulmuş olmalıdır. Gözle muayene yöntemi özellikle oklüzal yüzeylerdeki başlangıç çürüklerinin tespiti için yeterli olmayan bir yöntemdir. Bu yöntem çürüklerin ilerlemesini engellemek için kullanılan koruyucu tedavilerin uygulanmasında geç kalınmasına neden olmaktadır (Axelsson, 2006).

2.3.2.1.1.2. Sondla Muayene

Başlangıç çürük lezyonlarında yüzey yapısı sağlam mine dokusuna göre daha porözlü bir yapıda olmasına rağmen, sondun mine yüzeyi üzerinde gezdirilmesiyle sağlam ve kesintisiz bir yüzey hissi elde edilir. Sond ile muayene sonucunda minenin yumuşak olması çürüğün dentin dokusuna ilerlediği anlamına gelmektedir (Ismail, 2004).

Erken çürük lezyonlarının teşhisinde ayna ve ışığın yanı sıra sond kullanımı çürük teşhisini kesinleştirmede bilinmekle beraber sivri uçlu sond kullanımıyla;

- Enfekte olmamış bölgelere sond ucuyla karyojenik mikroorganizmaların taşınmasına
- Kavitasyon oluşmamış mine yüzeyinde hasar oluşturarak remineralizasyon şansını engellemeye
- Mikroorganizmaların daha alt katmanlara taşınmasına neden olabilmektedir (Ekstrand ve ark., 1997; Ismail, 1997).

Bu sebeplerden ötürü çoğu Avrupa ülkesinde sond ile muayene yöntemi etik bulunmazken normal muayene sondu yerine künt uçlu periodontal sond kullanılması tavsiye edilmektedir (Akkurt ve ark., 2010).

2.3.2.1.2. Fotografik Muayene

Fotografik teknikler birçok araştırmacı tarafından mine opasitesinin görülme sıklığı ve mine demineralizasyon mekanizması ile ilgili çalışmalarda sıklıkla kullanılmıştır. Bazı çalışmalarda ise ortodontik tedavi öncesinde, sırasında veya sonrasında çekilen fotoğraflarla demineralizasyon miktarını değerlendirmek için intraoral fotoğraflardan yararlanılmıştır (Mattick ve ark., 2001; Millett ve ark., 1999; Wenderoth ve ark., 1999). Fotografik muayene tekniği; beyaz nokta lezyonlarının derecesini saptama, kayıt altına alma ve hasta motivasyonunu artırma amacıyla klinisyenlerce yaygın olarak kullanılmaktadır (Yadav ve ark., 2014).

Fotografik muayenenin avantajları;

- Fotoğraflar daimi kanıt niteliğinde olup vaka toplantılarında kullanılabilir ya da gerektiği durumlarda vakanın yeniden değerlendirilmesine olanak sağlar.
- Fotoğraflar sayesinde sadece etkilenen bölgeler öne çıkarılabilir.
- Demineralizasyonun gerçekleşip gerçekleşmediğini çok yönlü olarak değerlendirmede yardımcı olur.
- Görüntüler bilgisayar ortamında incelendiğinde lezyonun ciddiyeti, genişliği ve rengine göre değerlendirme yapılmasına yardımcı olur (Benson, 2008; Benson ve ark., 2003).

Fotografik muayenenin dezavantajları;

- Dişin nem durumuna göre yöntemin standardizasyonunun sağlanması
- Işık faktörünün aynı şekilde ayarlanması (Benson, 2008).
- Sonuçların standardizasyonu gibi zorlukları bulunmaktadır (Benson ve ark., 2003).

2.3.2.1.3. Elektrik İletkenlik Prensibiyle Çalışan Cihazlar

Bu cihazların çalışma prensibi, sağlıklı mine yüzeylerinin iletkenlik özelliği göstermemesiyle, demineralize olmuş mine yüzeyinin ölçülebilir elektrik iletkenliği göstermesinin karşılaştırılması esasına dayanır. Demineralize mine yüzeyinde elektrik iletkenliğinin gerçekleşmesinin nedeni, demineralizasyon sırasında gerçekleşen porözlere

tükürükten gelen iyonların dolmasıdır. Porözitelerin genişleyip birbirleriyle bağlantıya geçmesiyle elektrik akımının geçebileceği bir ortam meydana gelir. Demineralizasyonun artışıyla iletkenlik artışı doğru orantılıdır (Huysmans ve ark., 1998).

2.3.2.1.4. Işık Yayılması Prensibiyle Çalışan Metotlar

Işık, dalgalar halinde ilerleyen elektromanyetik bir enerjidir. Işık dişe ulaştığında ya absorbe olur ya da dıştan geri yansır. Absorbe olduğu durumlarda genellikle ısıya dönüşür. Geri yansıma ise iki farklı şekilde gerçekleşir; ışığın geldiği yönde aynı şekilde geri dönmesi, başka bir yüzeyden çıkması. Işık yansıması ile ilgili tanı yöntemlerinde demineralize mine dokusunun ışık geçirgenlik indeksi sağlam mine dokusuna göre daha düşük olması prensibine göre çalışmaktadır.

Demineralize dokunun ışık geçirgenlik indeksinin daha düşük olmasının sebebi ise lezyon içinde kalan mineral parçacıklarının mineralden zengin olan mineye bağlı olmak yerine, mineral alışverişinin gerçekleştiği sıvı ortamda bulunmalarıdır (Angmar-Mansson ve ark., 1996; Øgaard ve Ten Bosch, 1994).

Işık yayılması prensibiyle çalışan metodlar; Fiber Optik Transillüminasyon, Dijital Görüntülü Optik Transillüminasyon ve Optik Çürük Monitörü'dür.

2.3.2.1.4.1. Fiber Optik Transillüminasyon

Bu teknik, ışın fotonlarını saçma ve emme özelliğine dayanarak çalışır. Çürük minenin ışık geçirgenlik indeksi sağlıklı mineye göre daha düşüktür (Schneiderman ve ark., 1997). Mine yapısında bulunan hidroksiapatitlerin değişimi, dentinde ise dentin tübülleri içindeki değişiklikten dolayı diş yüzeyine çarpan ışığın saçılmasına neden olur (Vaarkamp ve ark., 1995). Fiber optik ışıklı uç dişe bukkal yüzeyden yaklaştırılır ve ara yüz oklüzal yüzeyden incelenir. Uç bukkal yüzeyde farklı açılar ile gezdirilir ve lezyonun mine-dentin sınırına ulaşarak ulaşmadığı izlenir. Çürük minenin ışık geçirgenlik özelliği daha düşük olduğu için demineralize alanlar daha koyu bir şekilde izlenir (Pine, 1996). Bu teknik daha çok ara yüz çürüklerinin teşhisinde kullanılıp, bitewing radyografilerine alternatif olabilir (Peers ve ark., 1993). Tekrarlanabilir ve non-invaziv bir yöntemdir. Fakat görüntüleme tekniği standart

değildir. Işık kaynağının pozisyonu ve kullanıcının açısına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Pine, 1996).

2.3.2.1.4.2. Dijital Fiber Optik Transillüminasyon (DIFOTI)

Bu yöntem, fiber optik transillüminasyon ile dijital kameranın birleştirilmesiyle oluşan yeni bir tekniktir. Fiber optik aydınlatma ile dıştan alınan görüntülerin bilgisayar ortamında analiz edilmesi ve demineralize alanların tespit edilmesine olanak sağlar. Yapılan bir çalışma, aydınlatmanın ışık kaynağından dış yüzeyine fiber optikler yardımıyla taşındığı ve ışığın dışı enine katetmesi esnasında, ışığın saçılmasındaki değişikliklerin görüntü alınmasında kullanıldığı belirtilmiştir. DIFOTI sisteminde görüntüler bir CCD (charge coupled device) kamera ile elde edilmektedir. CCD kullanımı anlık görüntülerin projeksiyonuna olanak vermesiyle farklı zamanlarda yapılan muayenelerdeki değişikliklerin karşılaştırılmasını sağlar (Schneiderman ve ark., 1997).

2.3.2.1.4.3. Optik Çürük Monitörü

Optik çürük monitörü prensip olarak, dış yüzeyine gelen ışının artan saçılma miktarını fiber optik teknolojiyle belirlemesi üzerine dayalı bir cihazdır. Optik uç içine yerleştirilmiş fiberlerin bir kısmı lezyonu aydınlatırken, diğer kısmı lezyondan geri yansıyan ışığın toplanmasından sorumludur. Böylelikle cihaz kantitatif belirleme yapabilir. Optik çürük monitörünün sonuçları, mineral kaybının belirlenmesi amacıyla kullanılan diğer yöntemlerle uyum göstermekte olup, klinik kullanım için geliştirilmiş bir cihazdır. Ancak cihazın maliyeti klinik kullanım için oldukça yüksektir (Schneiderman ve ark., 1997).

2.3.2.1.5. Floresan Prensibiyle Çalışan Metotlar

Bir maddede ışık emiliminin olması o maddenin floresan özelliğine sahip olduğunu gösterir (Angmar-Månsson ve Ten Bosch, 1987). Işığı emen maddeler, ışığı yansıtan maddelere göre daha floresandır. Dış dokusunun floresan bir yapıya sahip olduğu

bilinmektedir. Floresan prensibinin dişler üzerinde uygulanışı, demineralize minenin ışık yayılma katsayısının, sağlıklı mineden farklı olmasına dayanır. Sağlıklı mine ve dentin, demineralize dokularla karşılaştırıldığında farklı floresan özellik gösterir. Işık çürük diş dokusunda sağlıklı mineye göre daha fazla yansıma yapar, yani ışığın doku içerisinde kat ettiği yol daha kısa olup, çürük dokuda abzorbe olan ışık miktarı daha azdır (Angmar-Månsson ve Ten Bosch, 2001).

2.3.2.1.5.1. Lazer Floresan

Pit ve fissürlerdeki başlangıç seviyesindeki demineralize olmuş alanların tespiti bitewing radyografisinden önce lazer floresan yöntemiyle teşhis edilebileceği ilk Stookey ve arkadaşları tarafından bildirilmiştir (Stookey ve ark., 1999).

Lazer floresan prensibi, in vitro ortamda dişin demineralizasyonunu kantitatif olarak belirlemeye olanak sağlar. (Hafström-Björkman ve ark., 1992) Çekilmiş dişlerde yapılan çalışmalarda erken çürük lezyonları incelendiğinde 5-10µm derinliğindeki çürüklerin tespit edildiği görülmüştür. İn vivo çalışmalarda da kullanılmak üzere lazer floresan aygıtlarına CCD, mikro kamera, bilgisayar görüntü analizi ve intraoral kullanıma uygun uç eklenmiştir (De Jong ve ark., 1995).

2.3.2.1.5.2. Kantitatif Işık Etkili Floresan (QLF)

Kantitatif ışık etkili floresan, diş dokularının floresan özelliğine dayanan, erken çürük lezyonlarının tespiti, bölgesel olarak beyaz nokta lezyonlarının ilerlemesi veya gerilemesinin teşhisinde kullanılır. Bu cihaz diş yüzeyinde floresan bir görüntü oluşturarak dişin mineral kayıp miktarını ve lezyonun büyüklüğünü görülebilen bir spektrumda sarı yeşil ışıkla teşhis edilmesine olanak sağlar (Cross ve ark., 2001).

QLF ile 30µm'ye kadar yayılmış erken çürük lezyonların tespiti mümkündür (Chadwick ve Gordon, 1995). Son yıllarda, QLF prensibiyle çalışan portatif, kullanması ve taşınması kolay bir cihaz olan FluoreCam (Therametric Technologies, Inc. , Noblesville, IN, USA) kullanılmaktadır. Diş yüzeyine yoğun miktarda ışık uygulayıp kullanılan özel yazılımlar sayesinde floresans görüntüyü analiz edebilmektedir. Değerlendirme sonrasında üç

adet sayısal değer elde edilir. Bunlar lezyonun büyüklüğü, yoğunluğu ve demineralize mine yüzeyine olan etkisini belirtmektedir. Ölçüm esansında karanlık oda ihtiyacı olmaması cihazın kullanımını kolaylaştırmaktadır (Korkut ve ark., 2017).

2.3.2.1.5.3. Diyetli Lazer Floresans Yöntemi (DIAGNOdent™)

Lazer floresans yöntemi; diş yüzeyine uygulanan ışık sonrası sağlıklı ve çürük mine dokusu arasındaki floresans farkının ölçülmesine dayanan bir yöntemdir (Hafström-Björkman ve ark., 1992). Bu yöntemde 1990'lı yılların sonlarında bildirilen kırmızı ışığın kırmızı ötesi sınırında floresan meydana getirmesi özelliğinden faydalanılır (Featherstone, 2000).

1998 yılında dişlerin oklüzal ve düz yüzey çürüklerinin erken teşhisi amacıyla KavO (Biberach, Germany) DIAGNOdent™ isimli cihazı üretmiştir. Cihaz 655nm dalga boyunda kırmızı ışık üretmektedir. Bu yöntemin en büyük avantajı klinik ortamda hızlı bir şekilde sonuç verebilmesidir (Staudt ve ark., 2004). Cihazda pit fissür alanları ve düz yüzey çürüklerinin teşhisi için iki farklı tip ağız içi uç dizayn elde edilmiştir. Her iki uç ışık yayar ve ortaya çıkan floresanları toplar (Novaes ve ark., 2009).

DIAGNOdent™ cihazında dişlerin organik ve inorganik kısımları 655nm'lik lazer ışığıyla aydınlatılır. Cihazın temel çalışma prensibi, çürük lezyonunun çevre dokuya göre lazer ışınını farklı şekilde abzorbe edip saçmasına dayanır. Dişte gerçekleşen demineralizasyon nedeniyle dişe uygulanan floresans ışığın yansımada artış gerçekleşir (Lussi, 1991).

QLF sisteminden farklı olarak, DIAGNOdent ile diştten görüntü elde edilmez. Bunun yerine ışığın şiddeti DIAGNOdent tarafından sayıya dönüştürülür ve çürük derecesi belirlenir. Cihazın dijital ekranında 'anlık' ve 'en yüksek' ölçümler belirlenmektedir (Betrissey ve ark., 2014). Bu sistem, sağlıklı mine dokusundan alınan verilerle kalibre edildikten sonra, çürük dişlerden toplanan sinyallerle, cihazın dijital ekranında 0-99 arasında olacak şekilde rakamlara dönüştürülür. Sayısal değerın yüksekliğı çürüğün şiddeti ile doğru orantılıdır (Korkut ve ark., 2011).

DIAGNOdent sistemi bakteriyel aktiviteyi ölçecek şekilde kullanılırken, verilen dalga boyu ile metabolizmanın ürettiğı bakteriyel porfirinlerin florensansını ölçerek değer

sağlamaktadır (Pretty, 2006). Renklenme, kalkülüs ve plak varlığının DIAGNOdent'in hatalı ölçüm yapmasına sebep olduğu laboratuvar çalışmalarında elde edilen sonuçlarda literatürlerde yer almaktadır (Bader ve Shugars, 2004).

2.3.2.1.6. Ultrasonik Görüntüleme Sistemi

Ultrasonun temel prensibi, ölçüm ucu sayesinde oluşturulan yüksek frekanslı ses dalgalarının (1-20Mhz) test edilecek materyale veya biyolojik dokuya uygulanıp, geriye dönen dalgaların ölçüm ucu tarafından emilmesi sonrası elektriksel impulslara çevrilmesi ve eko olarak saptanması şeklinde gerçekleşir (Frommer, 2001). Ses dalgalarının diş ulaşabilmesi amacıyla öncelikle bağlanma ajanları kullanılsa da, klinik olarak su ve gliserin kullanımı kabul edilmiştir (Hall ve Girkin, 2004; Ng ve ark., 1988).

Çürük ve sağlam mine dokularının ses dalgalarını kat etme zamanları birbirinden farklıdır. Bu sayede ultrason görüntüleme sistemi, çürük ile sağlam mine dokularını birbirinden ayırt edebilmekte ve bu cihaz sayesinde dişlerde kavitasyon oluşmadan mine çürüklerini teşhis edebilmektedir. Uygulanan ses dalgaları diş yüzeyine dik bir şekilde uygulandığı zaman diş dokusunda bulunan defektleri saptamak kolaylaşır (Ng ve ark., 1988; Yanıkoğlu ve ark., 2000). Yanıkoğlu ve ark. (2000) bu fenomenin BNL teşhisinde kullanılabilirliğini araştırmış ve çalışma sonucunda ultrasonik sistemde longitudinal dalga boyu kullanılarak düz yüzeylerde BNL teşhisinin mümkün olduğunu bildirmiştir.

2.3.2.2. Mikroskobik Muayene Yöntemleri

Ortodontik çürük modelleri gerçeğe olabildiğince yakın olması için bant veya braketli çekilmiş dişlerden oluşmaktadır. Bu dişlerde ne kadar mineral kaybı gerçekleştiğinin tespiti için farklı mikroskobik yöntemlerden yararlanılır (Øgaard ve ark., 1986; Pascotto ve ark., 2004). Bu yöntemin en büyük avantajı direkt olarak diş yüzeyinde gerçekleşen mineral kaybının ve lezyon derinliğinin teşhis edilebilmesidir. Dezavantajları arasında; her zaman bulunmaması, lezyonun sınırlarını içeren, lokalizasyonu birebir aynı olan model bulunamamasıdır. Sonuç olarak deneyler tekrarlanabilir değildir (Mellberg, 1992). Bu tekniğin diğer bir dezavantajı da klinik tecrübe gerektirmesidir (Buyukyilmaz ve ark., 1994).

Sınırlanmış çürük modeli ortodontik çürük modeline göre daha gelişmiş ve içerikli bir yöntemdir. Bu yöntemde minenin bir kısmından yararlanılır. Bir parça mine, gönüllünün ağzından çıkarılan bir aparey üzerine ya da ortodontik ark teline tutturulan özel yapılmış aparata yerleştirilir. İlerleyen zamanda değerlendirme amacıyla çıkarılır. Bu yöntemin gönüllü hastalar üzerinde geri dönüşümsüz bir zarar oluşturmaması, suni bir demineralizasyon yapıp remineralizasyonun değerlendirilmesine olanak sağlaması, detaylı ölçümlerin kolaylıkla yapılması, ortodontik tedaviyi sekteye uğratmaması ve tüm ortodontik tedavilerde uygulanabilmesi gibi avantajları vardır (Zero, 1995). Laboratuvar ve analiz süresinin uzun olması bu modelin dezavantajları arasındadır. Bu sebeple bu çalışmalardaki denek sayıları 5 ile 10 arası tutulmaktadır (Schneiderman ve ark., 1997).

2.3.2.2.1. Polarize Işık Mikroskobu

Polarize ışık mikroskobu, minede gerçekleşen demineralizasyon ve remineralizasyonun gözlemlenmesinde yardımcı olduğu için çürüklerin incelenmesinde de kullanılmaktadır. Demineralizasyon, dişlerden alınan kesitlerin polarize mikroskobuyla maksimum aydınlatma altında ve önceden belirlenmiş katsayılarla büyütülerek fotoğraflanması ve bu fotoğraflar üstünde lezyon derinliklerinin incelenmesine dayanır (Frazier ve ark., 1996; Schmit ve ark., 2002; Todd ve ark., 1999)

2.3.2.2.2. Transvers Mikroradyografi

Dişlerden elde edilen 100-150µm transvers kesitler üzerine uygulanan iyonize radyasyon sonrası elde edilen görüntüler dijital ortama aktarılır. Bu görüntüler üzerinde bilgisayar programı yardımıyla, lezyonun sınırları ve sağlam mine bölgesine ait görüntüler değerlendirilerek mineral kaybının gerçekleştiği bölgelerin teşhisini sağlamaktadır. Bu yöntemin en büyük dezavantajı örneklerin hazırlanmasıdır (Gonzalez-Cabezas ve ark., 1998). Bu yöntem, polarize ışık demetinin farklı hızlara sahip ışın kırılmalarıyla diş minesinin mineral içeriğini tespit etmemizi sağlamaktadır.

2.3.2.2.3. Mikrosertlik Testi

Mikrosertlik cihazı, cisimlerin sertlik değerin belirlenmesi amacıyla kullanılır. Elmas uç ve ışık mikroskobu altında önceden belirlenmiş ağırlıklarla, belirli bir süre uygulanması sonucu cisimler üzerinde izler oluşturulur ve bu izlerin derinlikleri değerlendirilir. Ölçüm esnasında kullanılan ağırlıklar 1gr ile 3 kg arasında değişmektedir.

Dental yapılarda yüzey mikrosertliği mineral içeriğiyle ilgilidir. Mikrosertlik değeri mine mineralizasyonunu değerlendirmede kullanılabilecek uygun yöntemlerden biri olup minenin ortalama sertliğini vermektedir (Gerrard ve Winter, 1986; Phillips ve Swartz, 1948).

Doğru bir ölçüm için oluşturulacak iz; düz bir yüzeyde olmalı, yüzeye uygulanacak yük çatlak oluşturmayacak şiddette olmalı ve ölçümü gerçekleştirecek olan cihazdan uzak bir yerde olmalıdır (Gerrard ve Winter, 1986).

2.3.3. Beyaz Nokta Lezyonlarının Teşhisinde Kullanılan Sınıflandırmalar

Beyaz nokta lezyonlarının klinik değerlendirmesinde bazı sınıflandırmalardan faydalanılmaktadır. Bunlar; Nyvad sistemi (Nyvad ve ark., 1999), UniVİSS (Kühnisch ve ark., 2009), ICDAS (Pitts ve Stamm, 2004) ve Gorelick ve ark. (1982)'nin yapmış olduğu sınıflandırmalardır.

2.3.3.1. Nyvad Sistemi

Kavitasyon oluşmuş veya oluşmamış çürük dişlerin görsel ve fiziksel değerlendirmesinde Nyvad sistemi güvenilir bir sistemdir. Bu sistemde çürük, lezyon diş yüzeyinin sadece klinik özelliklerine (opaklık, kavitasyon varlığı) bakılarak değerlendirilirken aktif ve inaktif olarak iki gruba ayrılır (Nyvad ve ark., 1999).

Nyvad Kriterleri

Skor 0 (Sağlam): Mine saydamlığı ve yapısı normal seyrindedir (Sağlam fissürlerde hafif renklenmeler görülebilir).

Skor 1 (Bozulmamış yüzey ile birlikte aktif çürük): Mine parlaklığı kaybolmuş ve beyaz/sarı arası renkte opak bir görünümü vardır. Sond yüzeyde gezdirildiği zaman pürüzlü bir yüzey hissedilirken genellikle plak varlığı görülür. Madde kaybı klinik olarak gözlenmez. Düz yüzeylerde çürük gingival kenara yakın konumda izlenir. Fissürlerin morfolojisinde bozulma görülmezken lezyon sadece fissür duvarlarıyla sınırlıdır.

Skor 2 (Mine yüzeyinde bozulma görülen aktif çürük): Skor 1'deki kriterlere benzerdir. Ancak mineda lokalize defekt (mikroaktivite) görülür. Sondla muayene sonrasında yumuşak taban veya mine altı çürük teşhis edilmez.

Skor 3 (Kavite oluşmuş aktif çürük): Çıplak gözle mine veya dentindeki kavite rahatça gözlenebilir. Kavite yüzeyi hafif sondlama ile yumuşak/derimsi hissedilebilir. Pulpa dahil olabilir veya olmayabilir.

Skor 4 (Bozulmamış yüzey ve inaktif çürük) : Mine yüzeyi beyazımsı, kahverengimsi veya siyah renklerde parlak görünebilir. Sondlamada sert ve pürüzsüz bir yüzey hissi vardır. Klinik olarak madde kaybı yoktur. Fissürlerin yüzey morfolojisi bozulmazken lezyon sadece fissür duvarında bulunur. Düz yüzeylerde çürük lezyon gingival kenardan daha uzakta konumlanmaktadır.

Skor 5 (Mine yüzeyinin bozulduğu inaktif çürük): Kriterler skor 4'e benzerdir. Yüzey defekti (mikrokavite) mine yüzeyiyle sınırlıdır. Sondlamayla yumuşak taban veya mine altında çürük tespit edilmez.

Skor 6 (Kavite oluşmuş inaktif çürük): Mine veya dentindeki kavite çıplak gözle rahatça görülebilir. Kavite yüzeyi parlak olabilir. Sondlamada yüzey parlak ve sert bir his verir. Pulpa dahil değildir.

2.3.3.2. Evrensel Görsel Skorlama Sistemi (Universal Visual Scoring System) (UniVISS)

Çürük lezyonunun kompleks bir görüntüye sahip olması, sınırlandırılmış kriterlerle yapılan tanımlamaları yetersiz kılmaktadır. Özellikle başlangıç çürüklerinin teşhisinde klinik tecrübeler ve ileri teşhis yöntemleri tek başına yeterli olmamaktadır. Bu tarz beklentiler UniVISS gelişimine olanak sağlamıştır. Bu sistemin geliştirilmesindeki amaç kendinden önceki sistemlerin eksiklerini gidermek ve yeni gereksinimleri karşılamaktır. (Angnes ve ark., 2005)

Bu sistem çürükleri 3 basamakta değerlendirmiştir;

İlk basamak çürük tespiti ve çürüğün şiddetinin belirlenmesidir. Çürüğün şiddetinin belirlenmesinde 6 skor kullanılmaktadır;

Skor F; çürük lezyonun ilk görsel işareti

Skor E; yerleşik çürük lezyonu

Skor M; minenin çöktüğü lokalize mikroaktiviteler

Skor D; dentin ekspozürü

Skor L; büyük kaviteler

Skor P; pulpa ekspozürü

İkinci basamakta renk değerlendirmesi için dört skor mevcuttur. Bunlar;

Skor 1; beyaz

Skor 2; beyaz kahverengi

Skor 3; koyu kahverengi

Skor 4; gri translüsent olarak kaydedilmiştir.

Üçüncü basamakta çürük aktivitesinin değerlendirmesi yapıp aktif veya inaktif olarak kaydedilir.

Oklüzal pit ve fissür değerlendirmesi:

Aktif;

- Dişin erüpsiyonundan birkaç yıl sonra tespit edildiyse
- Plak bulunuyorsa
- Havayla kurutulduktan sonra mat ve pürüzlü görünen mine yüzeyi
- Mikrokaviteler
- Beyaz veya beyaz-kahverengi renklenmeler
- Yumuşak, ıslak ve renklenmiş dentin

İnaktif;

- Yıllardır kalıcı olan bir görüntü
- Plak yok
- Havayla kurutulduktan sonra düzgün ve parlak görüntü
- Patolojik bir ilerleme yok
- Minede kahverengi renklenmeler
- Sağlam, kuru, renklenmemiş dentin

2.3.3.3. Uluslararası Çürük Teşhis ve Değerlendirme Sistemi (The International Caries Detection Assessment System-ICDAS)

“Uluslararası Çürük Teşhis ve Değerlendirme Sistemi” (ICDAS), çürük teşhisinde rehber olması amacıyla, diğer sistemlerin en iyi özellikleri birleştirilerek ortaya çıkmıştır. Bu sistem sayesinde araştırmacılar, klinisyenler ve epidemiyologlar kanıta dayalı olarak çürük tespit edebilmektedirler. Ismail ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada ICDAS kriterlerinin lezyon aktivitesini değerlendirmede yetersiz olduğunu görmüş ve değiştirerek ICDAS II geliştirmişlerdir.

ICDAS sistemi çürüğü 3’e ayırmıştır. Bunlar;

- Koronal çürükler
- Restorasyon ve sealant ile ilgili çürükler
- Kök çürükleridir.

Dişlerin düz yüzeyleri için belirlenen ICDAS II kriterleri, çürüğün demineralizasyonun ilk safhalarından kaviteye geliştiği ana kadar geçirilen evreleri 6 aşama olarak belirtmiştir. ICDAS II düz yüzey kriterlerine göre sağlam mine yapısı bulunan dişler 0; kaviteye oluşmamış opak lezyonlara sahip dişler ise 1 veya 2 ile kodlanır.

ICDAS kriterleri kaviteye oluşmuş veya oluşmamış lezyonların aktif veya inaktif lezyon tanısında genellikle Nyvad sistemini esas almıştır. Ancak iki sistem arasında farklılıklar bulunmaktadır. Bunlar;

- Nyvad sisteminde lezyonun şiddeti ve aktivitesi tek bir skorla belirlenirken; ICDAS, şiddet ve aktivite değerlendirme için 2 farklı skorlama kullanmaktadır.

- Nyvad sistemi ilk baştan plak ile kaplı diş yüzeyinde kullanılmaya başlanmışken, ICDAS sistemiyle temizlenmiş diş yüzeyleri üzerinde değerlendirme yapılmaktadır.
- Nyvad sisteminde sivri uçlu sond kullanılırken, ICDAS sisteminde yuvarlak uçlu sond tercih edilmektedir.

Jablonski-Momeni ve ark. (2008) yaptıkları in vitro çalışmada, oklüzal çürüklerin teşhisi amacıyla kullanılan görsel sınıflandırma sistemleriyle karşılaştırıldığında ICDAS II kriterlerinin diğer görsel değerlendirme yöntemlerine göre daha doğru ve tekrarlanabilir olduğunu bulmuşlardır.

Diniz ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada, özellikle minenin yüzeyel yarısında bulunan çürüklerin tespitinde sistemin tekrarlanabilirliği ve doğruluğunun yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

2.3.3.4. Gorelick ve Diğerleri Yaptığı Sınıflandırma

BNL sınıflandırılmasında kullanılan bir diğer yöntem ise 1982 yılında Gorelick ve ark. yapmış oldukları sınıflandırmadır. Bunlar;

Skor 1: Beyaz nokta lezyonu yok.

Skor 2: Hafif dekalsifikasyon; Dişin vestibülünde bulunan minenin 1/3'ünden daha az bir bölümü etkileyen dekalsifikasyondur.

Skor 3: Orta derece dekalsifikasyon; Dişin vestibülünde bulunan minenin 1/3'ü ile 2/3'ü arasında bir bölümü etkileyen dekalsifikasyondur.

Skor 4: Ciddi dekalsifikasyon; Dişin vestibülünde bulunan minenin 2/3'ünden daha fazla bir alanı etkileyen dekalsifikasyondur (Gorelick ve ark., 1982).

Beyaz nokta lezyonlarının tedavisine başlanmadan önce hastaya özel bir risk değerlendirme yapılmalıdır. Hastalar düşük ve yüksek risk grubu olmak üzere iki gruba ayrılır. Beyaz nokta lezyonu oluşumu multifaktöriyel kaynaklı olduğundan risk tespiti için tek taraflı bir yaklaşım olmaz. Eğer bir hasta yüksek risk kategorisinden iki veya daha fazla risk faktörünü bulunduruyorsa, bireysel olarak yüksek risk grubu olarak sınıflandırılır. Eğer hasta ortodontik tedavi gördüğü sırada beyaz nokta lezyonu oluşmuşsa otomatik olarak yüksek risk grubuna dahil edilir.

2.4. Beyaz Nokta Lezyonlarının Oluşumunun Engellenmesi

Geleneksel koruyucu tedavi yaklaşımlarında temel hedef, aktif ve kaviteasyon oluşmamış mine lezyonlarında aktif demineralizasyonun durdurulup, remineralizasyonun artırılmasıyla lezyonun inaktif hale dönüştürülmesidir (Robinson ve ark., 2000). Mine bütünlüğünün korunduğu durumlarda beyaz nokta lezyonlarında koruyucu ve durdurucu yöntem kullanılması ilk seçenek iken, ilerlemiş vakalarda kaviteasyon oluşumu gözlenen beyaz nokta lezyonlarında restoratif tedavi yaklaşımı kaçınılmazdır (Ogaard ve ark., 1997).

Ortodontik tedavi sonucu oluşan beyaz nokta lezyonları, tedavi bitimiyle apareylerin çıkarılmasından 12 ay sonra hızla azaldığı, 24 ay sonra ise bu oranın %50 azaldığı bildirilmiştir. En iyi yöntem ise ortodontik tedavi süresince beyaz nokta oluşumunu engellemektir. Remineralizasyon derecesi bireyden bireye ve ağız içindeki bölgeye göre değişiklik göstermektedir. Bazı zamanlarda demineralizasyon alanının büyüklüğü, etkili bir remineralizasyon ajanı kullanılmış olsa bile iyileşmeyecek düzeyde olabilmektedir. Bu durumda, beyaz nokta lezyonlarının oluşumunu önlemeye yönelik yöntemler önem kazanmaktadır (Robinson ve ark., 2000).

2.4.1. Oral Hijyenin Düzeltilmesi ve Hasta Motivasyonunun Arttırılması

Beyaz nokta lezyonlarının oluşumuyla hastaların oral hijyen durumu arasında önemli bir bağ vardır (Sukontapitipark ve ark., 2001).

Diş yüzeyinde bulunan plak miktarının azaltılmasıyla çürük oluşumu engellenebilir. Ağız içerisindeki plak retansiyonunu tam olarak önleyebilecek bir kemoterapötik ajan bulunmadığından plağın diş fırçası ve diğer destekleyici yöntemlerle uzaklaştırılması çürük oluşumunu engellemede en etkili yöntemdir. Ortodontik tedavi gören hastaların ağız hijyeninin iyileştirilmesi amacıyla özel olarak tasarlanmış braket çevresini temizleyebilen fırçalar, arayüz fırçaları, elektrikli diş fırçaları, ultrasonik fırçalar ve tellerin arasından geçebilen diş iplerinin kullanımı önerilmektedir (Darby ve Walsh, 2003).

Fırçalamaya ek olarak çürük oluşumunun patolojik faktörlerini azaltmak amacıyla klorheksidin, ksilitol ve ozon gibi bir takım antimikrobiyal ajanlar da kullanılabilir (Kuvvetli

ve Sandallı, 2006; Yeğın ve Tosun, 2013). Oral hijyeni yetersiz görülen hastalarda etkili bir motivasyon amacıyla yetersiz fırçalamayla oluşabilecek lezyonlar görsel olarak anlatılmalıdır (Moshonov ve ark., 2005).

2.4.2. Diyetin Düzenlenmesi

Diyet alışkanlıkları beyaz nokta lezyonu gelişme riski yüksek olan bireylerin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Marshall, 2009).

Fermente olabilen karbonhidratların tüketilmesiyle çürük oluşumu arasındaki ilişki; tüketilen karbonhidrat tipine, tüketim miktarına ve sıklığına bağlı olsa da hastanın tükürük akış hızı, tükürük tamponlama kapasitesi, plak formasyonu ve florür gibi antikaryojenik ajanların kullanımıyla ilişkilidir (Duggal ve ark., 2001). Hastalara karyojenik bakteriler için fermente edilebilir şekerlerin kaynağı olan meşrubat, sporcu içecekleri ve meyve suları gibi içeceklerin hem şeker hem de asit bakımından önemli bir kaynak olduğu anlatılmalıdır. Yüksek şeker içeriği ve düşük pH kombinasyonu beyaz nokta lezyon oluşumu bakımından son derece önemli faktörlerdir (Marshall, 2009). Karbonhidratların çok sık tüketilmesi pH seviyesini sürekli olarak kritik seviyeye düşürmektedir. Her asit atağı sonrası pH'ın tekrar yükselmesi 20 dakikayı bulmaktadır. Bu süre zarfında üstüste asit atağına maruz kalan mine yüzeyinde mineral kayıpları artarak, ilerleyen zamanlarda klinik olarak da görülebilen görsel değişiklikler oluşabilmektedir. (Fletcher, 2013). Sabit ortodontik tedavi gören hastalara, tedavi süresince karbonhidrat tüketimini sınırlandırması önerilmelidir (Chang ve ark., 1997).

2.4.3. Antimikrobiyal Ajanların Kullanımı

Mine demineralizasyonunu oluşturan ana etkenlerden birisi de patojen mikroorganizmalardır. Demineralizasyonu engellemek için uygulanan yöntemlerden bir diğeri ise, bu mikroorganizmaların eliminasyonu amacıyla kullanılan antimikrobiyal ajanlardır. Klinikte kullanılan klorheksidin ve benzalkonyum klorid bu ajanlardan bazılarıdır.

Klorheksidin glukonat ise çürük oluşumundan sorumlu olan *S. Mutans* üzerinde en etkili antimikrobiyal ajan olduğu bilinmektedir. Antimikrobiyal etkisi sayesinde plak

içerisindeki metabolik aktivitede azalma izlenir (Marsh, 2003). Laktobasillere karşı etkisi ise azdır (Featherstone, 2006).

Klorheksidinin S. Mutans seviyesine etki edebilmesi için yoğun ve yüksek konsantrasyonda, tekrarlı uygulamalar gereklidir. Ancak uzun süreli kullanımında dişlerde ve dilde boyanma, tad almada bozukluk gibi yan etkileri görülmektedir (Featherstone, 2006). Klinik olarak %0,1, %0,12 ve %0,2'lik gargara formu kullanılırken, 14 gün süre ile günde bir defa yatmadan önce kullanılması tavsiye edilmektedir. Özellikle yatmadan önce uygulanmasıyla gece boyunca azalma gösteren tükürük akışıyla klorheksidin konsantrasyonunun maksimum düzeyde kalmasına olanak sağlayacaktır. Attin ve ark. (2006) yüksek S. Mutans seviyesine sahip ortodontik tedavi gören hastalara %36'lık klorheksidin verniğinin bir defa uygulanmasıyla bakteri sayısının baskılanması için yeterli etki sağlamadığını ve beyaz nokta oluşumunu engellemediğini bildirmişlerdir.

2.4.4. Ksilitol

Ksilitol, ağız mikroorganizmalarınca fermente edilemeyen doğal bir şeker alkolüdür (Hanham ve Addy, 2001). Antimikrobiyal özelliklere sahip olan ksilitol diş yüzeylerine S. Mutans'ın yapışmasını önlemede de yardımcı olmaktadır. İçerisinde ksilitol bulunduran sakızlarla, sakkaroz ve sorbitol içeren sakızlar karşılaştırıldığında, ksilitollü sakızların tükürük üretimini artırarak çürük riskini azaltabileceği görülmüştür (Heymann ve Grauer, 2013). Günde 3 kere 5'er dakikalık sürelerle ksilitollü sakız çiğnenmesinin ağız ortamındaki asit ataklarının önlenmesinde etkili olduğu bildirilmiştir (Zimmer ve ark., 1999).

Ortodontik tedavi gören hastalarda sakız çiğnenmesi istenmediğinden pastillerin kullanımı daha faydalı bulunmaktadır. Ksilitol içeren pastillerin ortodontik tedavi gören hastalarda plak pH'sına etkisinin değerlendirildiği çalışmada; sukroz tüketiminden sonra ksilitollü pastil kullanımının, plak pH'sını yükselttiği ve sabit ortodontik tedavi gören hastalarda diş çürüklerinin oluşumunun engellenmesinde yararlı olabileceği bildirilmiştir (Sengun ve ark., 2004).

2.4.5. Florür Kullanımı

Florür uygulamaları, diş çürüklerinin önlenmesinde 1946'dan günümüze önemini koruyan en yaygın ve etkin yöntemdir. Florürün dişler üzerinde çürük oluşumunu engellediği ilk olarak 1938'de ortaya konmuştur. Florür çürük durdurucu etkisi, lezyonların tedavi edilmesiyle karıştırılmamalıdır. Yüzeyel demineralize alanların derin lezyonlara göre remineralizasyonunun daha hızlı olduğu bildirilmektedir (Cury ve Tenuta, 2009).

Flor uygulaması topikal ve sistemik olmak üzere iki farklı şekilde gerçekleşir. Sistemik uygulamalar arasında içme sularının florlanması, sofraya tuzlarına flor eklenmesi, flor içeren tablet ve damlalar yer almaktadır. Flor içeren diş macunu, gargara, sakız, jel ve solüsyonlar, vernik ve restoratif materyaller ise topikal flor uygulamalarını oluşturmaktadır. Geçmiş yıllarda yapılan çalışmalarda sistemik olarak uygulanan florürün çürük oluşumunu engellemekte daha etkili olduğu düşünülürken, yapılan çalışmalar topikal florür uygulamalarının daha iyi sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur (Featherstone, 2004).

Florürün çürük önleyici etkisi farklı yollarla gerçekleşmektedir. Florür minenin yapısına katılarak hidroksiapatiti daha az çözünen bir yapı olan flor apatite dönüştürür böylece minenin asit atakları karşısında çözünürlüğünü azaltır, bakteriyel enzimleri inhibe eder, ayrıca asit atakları sonucu demineralize olan minenin tamirine ve remineralizasyonuna yardımcı olur. Florun remineralizasyon kapasitesi ise, tükürükte biyolojik olarak bulunan kullanılabilir kalsiyum iyonlarının miktarına bağlıdır (ten Cate ve Featherstone, 1991). Flor kalsiyuma yüksek bağlanma eğilimi göstermektedir. Bu sebeple diş yüzeyindeki kristallerle etkileşime girdiğinde tükürükte bulunan kalsiyum iyonlarını kendine çeker. Fosfat iyonlarının kalsiyum iyonlarını takip etmesiyle demineralizasyon sonrasında kaybedilen kalsiyum ve fosfat iyonlarını dişe tekrar kazandırarak remineralizasyonu gerçekleştirir (Featherstone, 2000).

Demineralizasyonun engellenmesinde minenin en dış tabakasında bulunan flor miktarının önemli olduğu belirtilmiştir (Heifetz ve ark., 1970). Florür konsantrasyonu minenin yüzeyinde en fazla olup, dıştan içe doğru azalarak minenin derin katmanlarında daha stabil hale gelmektedir. Bu durum, mine yüzeyinin dış ortamda bulunan florürle temas etmesiyle, yüzeyinde yeni flor iyonlarının bağlanmasıyla açıklanabilmektedir (Soyman ve ark., 1984).

2.4.5.1. Florür Uygulamaları

2.4.5.1.1. Ev Tipi Uygulamalar

Hasta tarafında uygulanabilen, hasta kooperasyonuna bağı olan, florür içerikli materyaller olup bunlar; diş macunları, gargaralar, jeller ve florür preparatlarıdır.

2.4.5.1.1.1. Diş Macunları

Florürlü diş macunlarının kullanımıyla mine remineralizasyonunda artış olduğı çalışmalarda belirtilmiştir. Mevcut diş macunlarında 400 ppm ile 2500 ppm arasında değışmekte olan florür içeriğıne rastlamak mümkündür. 1000 ppm üzerinde florür içeriğıne sahip diş macunlarının fazladan her 500 ppm için çürük olasılığını %6 oranında azalttığı bildirilmiştir. Diş macunlarının çürük önleyici özelliğı; içerisinde bulunan florid konsantrasyonu, fırçaya koyulan macun miktarı, fırçalama süresi, suda bulunan florid miktarı ve fırçalama sonrası ağız çalkalama alışkanlığına bağı olduğı gösterilmiştir (Einwag ve ark., 1995; Turner, 1993).

Ortodonti hastalarında çürük riski yüksek olduğundan dolayı %0,1 altında florür konsantrasyonuna sahip macunların kullanılması tavsiye edilmemektedir. Yapılan çalışmalarda, florürlü diş macunlarının gerektiğı gibi kullanılmasıyla çürükten etkin bir şekilde koruma sağladığı gösterilmiştir (Baysan ve ark., 2001; Stookey ve ark., 1999).

2.4.5.1.1.2. Gargaralar

İçeriğinde florür bulunduran gargaralar, 1960'lı yıllarda, düzenli diş fırçalama alışkanlığına sahip ve içme suyundan optimal düzeyde florür alan çocukların ağız sağlığını desteklemek amacıyla üretilmiştir. Kullanılan gargaraların etkinliğı, kullanma sıklığıyla doğru orantılı olarak arttığı bildirilmiştir (Loesche, 1986). Yapılan başka bir çalışmada, yalnızca diş macunu kullanımının ortodontik tedavi gören hastalarda görülen lezyonları

önleyemediğini bildirmişlerdir. Bu sebeple ortodonti hastalarında florürlü diş macunlarına ek olarak florürlü ağız gargarası kullanımını önermişlerdir (M. O'reilly ve J. Featherstone, 1987).

2.4.5.1.1.3. Jeller

İçeriğinde florür bulunan jeller, uygulama kaşıkları ile uygulanabildikleri gibi, dişlerin üzerine fırça ile de uygulanabilir. Jel uygulaması hem profesyonel olarak diş hekimleri tarafından hem de yüksek çürük risk grubunda bulunan bireylerde evde uygulayabilmektedir (Bader ve ark., 2001).

Klinikte uygulanan florür jellerin içeriğinde %1,23'lük asidüle fosfat florür 12300 ppm veya %2'lik 9040 ppm'lik NaF bulundurmaktadır (Wei ve Yiu, 1993).

2.4.5.1.2. Profesyonel Uygulamalar

Ortodontik tedavi esnasında hasta kooperasyonu gerekmeden demineralizasyonun engellenebilmesi amacıyla, braket ve çevre mine dokularının güçlendirilmesi için profesyonel yaklaşımlar tercih edilmeye başlanmıştır (Geiger ve ark., 1988).

2.4.5.1.2.1. Florür İçeren Vernikler

Yapısında florür bulunduran vernikler, 1960'ların sonlarında florürün diş üzerinde daha uzun süre temasta kalması amacıyla geliştirilmiştir (Seppä, 1991). Yüksek konsantrasyonda florür içeren vernik diş yüzeyine uygulandığında, temel olarak diş yüzeyinde kalsiyum florür birikmektedir. Kalsiyum florür, remineralizasyon esnasında flor apatit kristallerinin oluşması için gerekli flor rezervuarını sağlamaktadır. Florür verniklerin çürük oluşumunu engellemeye yönelik etkileri üzerine yapılmış birçok çalışma mevcuttur. Øgaard ve ark. (1992) yaptıkları çalışmada, ortodontik bantların altına florür vernik uygulanması sonrasında lezyon derinliğinde %47 azalma olduğunu belirtmişlerdir. Vivaldi-Rodrigues ve ark. (2006) ortodontik tedavi süresince braket etrafına uygulanan florür verniğin kontrol grubuna kıyasla %44,3 oranında daha az demineralize olduğunu bulmuşlardır. Todd ve ark. (1999) braket

çevresine uyguladıkları florür verniğin demineralizasyonu %50 azalttığını bulmuşlardır. Başka bir çalışmada ise ortodontik tedavi sırasında 6 haftalık periyodlarla florürlü verniklerin uygulanması sonucu 1 yıl sonunda hastaların sadece %7,4'ünde beyaz nokta lezyonu görülürken kontrol grubunda bu oran %25,3 olarak belirtilmiştir (Stecksén-Blicks ve ark., 2007).

2.4.5.1.2.2. Florür İçeren Simanlar

Restoratif dental materyallerin çürük önleyici etkileri, materyallerden salınan florür miktarına göre değişiklik göstermektedir. Bu materyaller salınım miktarına göre; yüksek, orta, az ve florür salınımı yapmayan materyaller olarak sınıflandırılmaktadır (Dijkman ve ark., 1993; Forsten, 1998; PJ ve JC, 2000; Williams ve ark., 2001)

Restoratif dental materyallerin florür salınımı değerlendirildiği zaman, çoğunlukla 3. gün sonunda hızlı bir azalma görülürken daha sonra sabit bir hızda florür salınımına devam ettiği belirtilmiştir. Bu materyaller yüzeyel florür uygulaması veya florürlü diş macunu ve gargara kullanımıyla tekrardan florür yüklenerek salınımına devam edebildikleri, bu sayede ağız ortamında bir florür rezervuarı görevi görmektedir (Creanor ve ark., 1994; Koga ve ark., 2004).

Cam iyonomer simanlar, diş yüzeyine kimyasal olarak bağlanma ve florür salınımı yapma gibi özelliklerinden dolayı braket yapıştırılmasında kullanılmışlardır (Donly ve ark., 1995; Hotz, 1977). Cam iyonomer simanların braket etrafındaki plakta florür salınımını artırdığı, braket ve bantlara komşu demineralize minenin remineralizasyonuna etkisi olduğu belirtilmiştir (Miller ve ark., 1996). Cam iyonomer simanlar kompozit rezinlerle karşılaştırıldığında dişe bağlanması daha düşük düzeyde gerçekleşmektedir. Yapılan çalışmalarda cam iyonomer simanın çekme ve sıyırma kuvvetlerine karşı dirençlerinin, kompozitlere oranla daha düşük olduğu bildirilmiştir. Cam iyonomer siman kullanılarak yapıştırılan braketlerin etrafında plak tutulumunda artış gözlenmiştir (Bishara ve Ostby, 2008). Bu nedenlerden ötürü cam iyonomer simanların braket yapıştırılmasına uygun olmadığı sonucuna varılmış ve yeni geliştirilen cam iyonomer simanların klinik performanslarının artırılması amacıyla özellikleri geliştirilmeye çalışılmıştır (Pascotto ve ark., 2004).

2.4.5.1.2.3. İçeriğinde Florür Bulunduran Ortodontik Adezivler

Kompozitlerin yapısına florür eklenmesi amacıyla pek çok çalışma yapılmıştır. Bazı araştırmacılar florürlü kompozit rezinlerin demineralizasyonun önlenmesinde etkili olduğunu belirtirken, bazı araştırmacılar ise hiçbir etkisi olmadığını savunmuşlardır. Araştırmacıların farklı sonuçlar elde etmesi ise çalışmalarda kullandıkları kompozitlerin florür salma özelliklerinin birbirinden farklı olmasına bağlanmaktadır. Genellikle kompozitlerin oldukça kısa süreli ve düşük miktarda florür salınımı yaptığı düşünölmektedir. Ortodontik tedavi esnasında adezivlerden salınan florürün braketlerin 1mm’lik çevrede koruma sağladığını, florür salınımı bulunmayan adezivlerde ise böyle bir özellik olmadığını bildirmişlerdir (Valk ve Davidson, 1987).

2.4.5.1.2.4. Florür Salınımı Yapan Elastomerikler

Banks ve ark. (1997) yılında yaptıkları bir çalışmada hastalarında florür salınımı yapan elastomerikler kullandıklarında, tedavi sonunda dekalsifikasyonlara rastlanılan hasta sayısında %10’luk bir düşüş gözlemlenmiştir. Bu elastomeriklerin daha düşük elastikiyete sahip olmaları, belirgin renk değişimi göstermeleri ve renk seçeneğinin bulunmaması dezavantajlarıydı.

2.4.6. Kazein Fosfopetit Amorf Kalsiyum Fosfat (CPP-ACP)

Süt içerisinde baskın bir şekilde bulunan bir grup proteine kazein adı verilmektedir. Kazeinler insan sütü dahil olmak üzere hayvansal sütlerin tümünde bulunmaktadır. İnsan sütünde bulunan proteinlerin %80’ini kazeinler oluşturmaktadır. Kazein proteini; α s kazein, β kazein ve κ kazein olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. α s kazein ise α s(1) Kazein ve α s(2) kazein olarak iki farklı polipeptid zinciri içerdığı belirtilmiştir. α s(1), α s(2) ve β kazeinleri yapısında bulundurdıkları triptik fosfopeptid bağlarının, kalsiyum ve fosfatın kazeine daha kolay bağlanmasına olanak sağladığı bildirilmiştir. Kazeinin yapısında bulunan triptik

fosfopeptidlerin çürüğün önlenmesinde önemli rol oynadığı belirtilmiştir (Çetin ve ark., 2011; Holt ve ark., 1998; Walker ve ark., 2006)

Kazein fosfopetit (CPP), kazeinin tripsin enzimiyle seçici çökeltme tekniğiyle parçalanması sonucu oluşmaktadır. CPP, Amorf Kalsiyum fosfat (ACP)'yi stabilize edebilmektedir. İçeriğinde bulunan fosfoseril uzantıları boyunca ACP'yi küçük kümeler halinde bağlayarak solüsyon içerisinde çökmesini engelleyecek boyuta, CPP-ACP nanokompleks haline getirilir (Çetin ve ark., 2011).

CPP-ACP sakızlara, diş macunlarına, spreylere, gargaralara ve pastillerin yapısına eklenerek minde demineralizasyonu engellemek ve başlangıç safhasındaki çürüklerin remineralizasyonuna katkıda bulunması hedeflenmiştir. İçeriğinde CPP-ACP bulunduran kremin (Tooth Mouse, GC, Japonya) mine demineralizasyonlarını yavaşlattığı ve remineralizasyonu teşvik ettiği saptanmıştır (Fu ve ark., 2008). CPP-ACP bulunan sakızlar tüketildiğinde ise başlangıç lezyonların derinliğinde azalma ve mineral seviyesinde belirgin değişim gözlenirken, pastil kullanımında ise minenin remineralize olduğu bildirilmiştir (F Cai ve ark., 2003)

CPP-ACP diş yüzeyine ve plakta bulunan bakterilere bağlanabilmektedir. Bu sayede, CPP-ACP diş yüzeyine komşu alanlarda yüksek konsantrasyonda ACP depolamaktadır. Asidik koşullarda serbest kalsiyum ve fosfat iyonları salarak plaktaki kalsiyum fosfat seviyesini artırır. Böylece minde demineralizasyonu önleyecek ve remineralizasyonu artıracak şekilde süpersaturasyon sağlamaktadır (Reynolds, 1999). Aynı zamanda çözelti içerisindeki florid iyonlarına da tutunarak flüoridin etkinliğini arttırmaktadır (Goswami ve ark., 2012).

CPP-ACP'nin yapısına florür ilave edildiğinde amorf kalsiyum florid fosfat bileşimi elde edilmektedir (Llena ve ark., 2015). CPP-ACP ve Kazein fosfopeptit amorf kalsiyum fosfat florür (CPP-ACPF) amorf nanokompleksler olarak tanımlanmış olup, nötral yüklü ve nano boyutta olmaları sayesinde, yüzeyel tabakadan geçerek lezyonun gövdesinde bulunan porözitelere ulaşabilmektedirler. Yüzeyel tabakanın altına ulaştıkları anda, CPP termodinamik olarak hidroksiapatite bağlanma eğilimi gösterirken aynı zamanda CPP'ye bağlı olan kalsiyum, fosfat ve flor iyonları serbest bırakılır. Lezyonun gövdesine ulaşan bu iyonlar demineralizasyonun gerçekleştiği bölgelerde apatit kristalleri oluşturarak remineralizasyon sağlar (Cochrane ve ark., 2010).

2.4.7. Rezin İnfiltrasyon Tekniği

1970’li yıllarda doku kaldırmadan dolgu yapma kavramının çıkmasıyla, başlangıç durumundaki mine çürüklerinin doku koruyucu bir yaklaşımla durdurulması ve kontrol altına alınması hedeflenmiştir. Bu yaklaşımla erken dönem çürük lezyonların oldukça poröz olan yapısına düşük vizkositeli rezin nüfuz ettirilerek, bu alanın tıkanması çürük yapının durdurulması hedeflenir (Robinson ve ark., 2001). Kullanılan rezinlerin penetrasyon derinliğini artırmak amacıyla düşük poröz yapıya sahip yüzeyel tabakanın kaldırılması veya perfore edilmesi dışında penetrasyon katsayısı daha yüksek bir rezinin kullanılması gereklidir (Meyer-Lueckel ve Paris, 2010).

Fissür örtücü olarak kullanılan rezinlerden farklı olarak, infiltrasyon tekniğinde kullanılan rezinler, lezyonun yapısında bulunan kapiller boşluklardan faydalanarak, çürük doku içerisine bir bariyer oluşturmaktadır. Oluşturulan bu bariyer diğ yüzeyinde gözlenmeyecek düzeydedir (Phark ve ark., 2009).

Rezin infiltrasyon tekniğinin esas amacı, hipermineralize olmuş yüzeyel tabakaya kuvvetli bir asit uygulanarak porözitesi arttırıldıktan sonra, yüzey gerilimi yüksek, düşük viskositeye sahip bir rezin uygulanıp, kapiller aktivite yardımıyla poröz mine çürüğünün alt tabakalarına kadar penetre olmasını sağlamaktır. Bu yeni tedavi yaklaşımı sayesinde porözitenin azaltılması haricinde, dokuları mekanik olarak desteklediğı ve çürüğe sebep olan mikroorganizmaları lezyonun alt tabakalarına hapsederek besin desteğini engellediğı öne sürülmüştür (Kielbassa ve ark., 2009).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç

Çalışmamızda 100 adet ortodontik amaçla çekilmiş maksiller ve mandibular premolar dişler kullanılmış ve her grupta 20 örnek olacak şekilde (n=20) 5 grup oluşturulmuştur.

GR1 (n=20): Dişlere herhangi bir demineralizasyon-remineralizasyon işlemi uygulanmadı.

GR2 (n=20): Demineralizasyon-remineralizasyon döngüsünden sonra dişlere herhangi bir tedavi edici ajan uygulanmadı.

GR3 (n=20): Demineralizasyon-remineralizasyon döngüsünden sonra dişlere MI Paste Plus TM with RecaldentTM (GC Cooperation, Tokyo, Japan) uygulandı.

GR4 (n=20): Demineralizasyon-remineralizasyon döngüsünden sonra dişlere Voco Profloroid Varnish (Cuxhaven, Germany) (NaF %5) uygulandı.

GR5 (n=20): Demineralizasyon-remineralizasyon döngüsünden sonra dişlere ICON (DMG, Hamburg, Germany) uygulandı.

Tüm örnekler braket yapıştırılma işleminden önce 1 hafta boyunca yapay tükürük solüsyonunda olmak üzere 37°C’de etüvde bekletildi. Örnekler, braket yapıştırılma işleminden sonra kompozit polimerizasyonunun tamamlanması amacıyla 24 saat boyunca etüv cihazında (Thermo Scientific, San Jose, CA, USA) 37°C’de yapay tükürük solüsyonunda bekletildi.

Örneklem büyüklüğü hesaplamasında G- power 3.1.9.2. programı kullanılmıştır. Araştırmadaki örneklem hacminin hesaplanmasında konu ile ilgili literatür incelenerek bizim çalışmamıza benzerlik gösteren Ekizer ve ark. (2012)’nin çalışması kullanılmıştır. Çalışma verileri kullanılarak etki büyüklüğü 1,805 olarak hesaplanmıştır. Ancak bu değer çok yüksek olduğundan etki büyüklüğü değeri olan 0,40 alınarak hesaplamaya devam edilmiş ve örnek sayısı her grupta 18 olacak şekilde 5 grup için toplam 90 olarak hesaplanmıştır. Olası veri kayıpları göz önüne alınarak örnek sayısının her grupta 20 olacak şekilde toplamda 100

örnekleme alınarak çalışmaya başlanması kararlaştırılmıştır. G-power analizinde, tip 1 hata oranı 0,05 ve çalışmanın gücü 0,85 alınmıştır.

3.1.1. Örnekler

Çalışmamız, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından uygun bulunmuştur (ADÜDHF 2018/037). Kliniğimize ortodontik tedavi amacıyla başvuran hastalardan ortodontik tedavi amacıyla elde edilen, çekilmiş 100 adet sağlam maksiller veya mandibular premolar diş dahil edilmiştir. Bu araştırmada örnekler aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

Dahil Edilme Kriterleri

1. Daha önce ortodontik tedavi uygulanmamış dişler
2. Çürük bulunmayan dişler
3. Restorasyon yapılmamış dişler
4. Kırık veya çatlak olmayan dişler
5. Mine yüzeyinde testi engelleyecek hipoplazi, davye izi ve benzeri yüzey düzensizlikleri bulunmaması.

Dahil Edilmeme Kriterleri

Dişler çalışmada kullanılmadan önce stereomikroskop altında (Olympus SZ61, Olympus Europa Holding GMBH, Hamburg, Germany) X4.5 büyütmede incelenmiş ve çalışmaya dahil edilmeme kriterleri açısından incelenmiştir. Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri aşağıdaki gibidir.

1. Kırık veya çatlak dişler
2. Çürük dişler
3. Restorasyonu bulunan dişler
4. Mine yüzeyinde davye izi bulunan veya testi engelleyecek mine yüzey yapısına sahip dişler çalışmaya dahil edilmemiştir.

Diş çekimini takiben tüm dişler akan su altında periodontal küret yardımıyla temizlendikten sonra dezenfeksiyon amacıyla %0,1 konsantrasyondaki timol solüsyonunda bekletilmiştir.



Resim 1. Olympus SZ61 Stereomikroskop



Resim 2. Stereomikroskop altında dişlerin incelenmesi



Resim 3. Çalışmada kullanılan etüv cihazı

3.1.2. Örneklerin Hazırlanması ve Gruplandırılması

Dişler mikromotor ve elmas separe yardımıyla mine sement sınırının 3mm altından kesilerek kök kısımları uzaklaştırılmış ve kron kısımları kullanılmıştır. Dişlerin kronları, bukkal mine yüzeyleri üstte ve açıkta kalacak şekilde, standart boyuttaki pvc kalıplardaki otopolimerizan soğuk akrilik içerisine gömülmüştür.

3.1.3. Demineralizasyon-Remineralizasyon Protokolü

GR2, GR3, GR4 ve GR5’de bulunan dişlere uygulanacak olan demineralizasyon remineralizasyon işlemi için Ekizer ve ark. (2012)’nin kullandığı protokol uygulanmıştır. Bu protokolde dişler öncelikle demineralizasyon amacıyla 40 mL’lik, 4,3 pH’a sahip, içeriği 2,0 mmol/L kalsiyum, 2,0 mmol/L fosfat ve 75 mmol/L asetattan oluşan solüsyon içerisinde 37°C’de 6 saat boyunca bekletilmiştir. Daha sonra yine tüm dişler 20mL’lik 7,0 pH’a sahip, içeriği 1,5 mmol/L kalsiyum, 0,9 mmol/L fosfat, 150 mmol/L potasyum klor ve 20 mmol/L kokodilat tamponundan oluşan remineralizasyon solüsyonunda 37°C’de 18 saat boyunca bekletilmiştir. Deminralizasyon tankından remineralizasyon tankına geçirilmeden önce dişler tek tek distile su ile yıkanmış daha sonra remineralizasyon tankına geçirilmiştir. Bu demineralizasyon-remineralizasyon döngüsü 21 gün boyunca sürmüştür.

3.1.4. Yapay Tükürük Solüsyonu

Çalışmamızda, Suge ve ark. (1995)’nin kullandığı yapay tükürük formülasyonu kullanılmıştır. İçeriği; 1,09 mmol/L CaCl₂, 0.68 mmol/L KH₂PO₄, 30 mmol/L KCl, and 2.6 µmol/L NaF şeklindedir. Solüsyon 50 mmol/L HEPES ile 37°C’de pH 7.0 ile tamponlanmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Tedavi Edici Ajanların Uygulanması

3.2.1.1. CPP-ACP Uygulaması

Çalışmamızda GR3’de bulunan örneklerle (n=20), beyaz nokta lezyonunu tedavi amacıyla MI Paste Plus™ with Recaldent™ (GC Cooperation, Tokyo, Japan) uygulanmıştır. Tüm örneklerle 5’er dakika uygulandıktan sonra pamuk pelletler yardımıyla diş üzerinde uzaklaştırılmış ve daha sonra örnekler yapay tükürük solüsyonunda 37°C’de 24 saat etüvde bekletilmiştir. Bu döngü 1 hafta boyunca devam etmiştir.



Resim 4. CPP-ACP/F içeren ürün



Resim 5. CPP-ACPF uygulaması öncesi



Resim 6. CPP-ACPF uygulaması sonrası

3.2.1.2. Florür Vernik Uygulaması

Çalışmamızda GR4’de bulunan örneklere (n=20), beyaz nokta lezyonunu tedavi amacıyla Voco Pro Floroid (NAF %5) uygulanmıştır. Uygulanan florür vernik dişler üzerinde 5 dakika bekletildikten sonra distile su yardımıyla uzaklaştırılmıştır.



Resim 7. Çalışmamızda kullanılan florür vernik

3.2.1.3. Rezin İnfiltrasyon Yöntemi Uygulaması

Çalışmamızda GR5’de bulunan örneklerle (n=20), beyaz nokta lezyonunu tedavi amacıyla rezin infiltrasyon yönteminde kullanılan ICON (DMG, Hamburg, Germany) uygulanmıştır. Üretici firmanın direktifine uygun bir şekilde; 2 dakika boyunca Icon-Etch lezyon yüzeyine uygulanmış daha sonra yüzey 30 saniye boyunca hava su spreyiyle temizlenmiş ve 30 saniye boyunca Icon-Dry uygulanmıştır. Lezyon opaklığı azalıncaya kadar bu aşamalar tekrarlanmıştır. Lezyon opasitesi kaybolduktan sonra Icon-Infiltrant uygulanıp, 3 dakika boyunca lezyon üzerinde bekletilmiştir. Uygulanan infiltrant hava-su spreyi aracılığıyla uygulanan hafif kuvvetli hava akımı yardımıyla diş yüzeyine dağıtılmış ve 40 saniye boyunca 3M ESPE Elipar ışık cihazı ile görünür mavi ışık uygulanmıştır.



Resim 8. ICON- Etch, ICON – Dry ve ICON İnfiltrant



Resim 9. Rezin İnfiltrasyon Uygulama öncesi



Resim 10. ICON Dry uygulama sonrası



Resim 11. ICON İnfiltrant uygulama sonrası

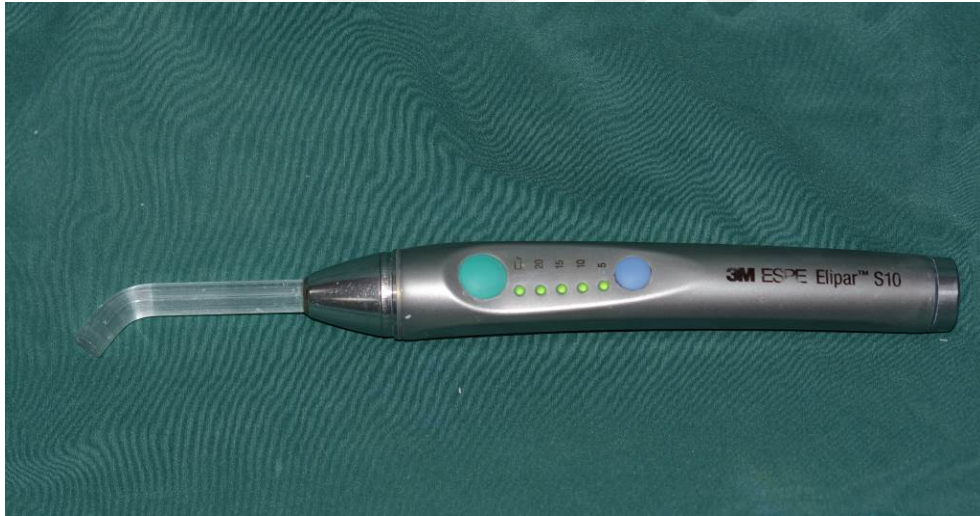
3.2.2. Ortodontik Braketlerin Dişlere Yapıştırılması

Tedavi edici ajanların uygulanmasından sonra, tüm gruptaki dişlere premolar braketleri (0,22 Slot American Orthodontics, Sheboygan, WI USA) yapıştırılmıştır. Dişlerin tümünde braketlerin yapıştırılacağı alana %37'lik fosforik asit jel (Reliance Orthodontic Products, Itasca, Ill USA) 15 saniye süre uygulanmış daha sonra 15 saniye boyunca su ile yıkayıp, 10 saniye boyunca hafif hava akımı ile kurutulmuştur. Kurutma işlemi tamamlandıktan sonra diş yüzeyine ince bir tabaka Transbond XT Primer sürülmüş, kalın bir tabaka oluşturulmaması amacıyla yine hafif hava akımı ile diş yüzeyine dağıtılmış, üretici firma talimatları doğrultusunda polimerize edilmeden bırakılmıştır. Transbond XT (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) kullanılarak dişlerin üzerine uygun pozisyonda yerleştirilen braketlerin etrafındaki artık adezivler temizlenip, dişlere mezial ve distal yönde toplam 20 saniye ışık uygulanıp (3M, Elipar™ S10 Curing Light, Monrovia, CA, USA, 1200 mW/cm², 430-480 nm dalga boyu) polimerizasyon tamamlanmıştır.

Braketleme işleminin ardından tüm dişler, polimerizasyon işleminin tamamlanması amacıyla, etüvde 37°C'de yapay tükürük solüsyonunda 24 saat süreyle bekletilmiştir.



Resim 12. Transbond XT bond ve kompozit, Reliance fosforik asit



Resim 13. 3M ESPE Elipar ışık cihazı

3.2.3. Termal Döngü

Ortodontik braket makaslama dayanım testinden önce tüm çalışma grupları termal döngüye tabii tutulmuştur. Termal döngüde tüm örnekler 5000 defa 5°C ve 55°C'lik iki farklı distile suda 30'ar saniye bekletilmiştir. Örneklerin tank geçişleri arası 15 saniye olacak şekilde ayarlanmıştır.



Resim 14. Termal döngü cihazı

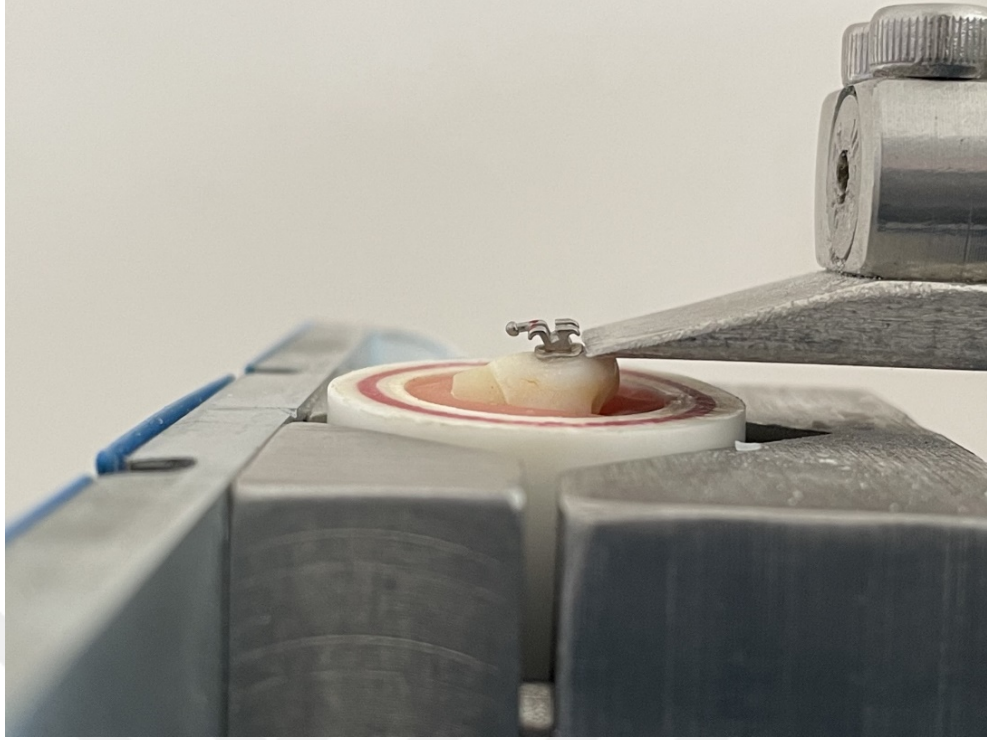
3.2.4. Ortodontik Braket Makaslama Bağlanma Dayanımı Analizi

Örneklerin braket makaslama bağlanma dayanımı, makaslama bağlanma test cihazında (MOD dental, Esetron Smart Robotechnologies, Ankara, Türkiye) gerçekleştirilmiş; braketmine bağlantısında kopmanın gerçekleştiği andaki kuvvet değerleri Newton (N) cinsinden

kaydedilmiştir. Kullanılan ortodontik braketlerin taban yüzey alanı dijital bir kumpas ile ölçölüp hesaplanıp kaydedilmiştir (10.4 mm^2). Kuvvet değerinin braketin kaide alanına bölünmesiyle hesaplanan megapaskal (MPa) ($1 \text{ MPa}=1 \text{ N/ mm}^2$) cinsinden verilerin istatistiksel analizi yapılmıştır. Cihazın başlık hızı 1mm/dk olacak şekilde ayarlanmıştır.



Resim 15. Makaslama cihazı



Resim 16. Örneklerin cihazdaki yerleşimi

3.3. Artık Adeziv İndeksi (AAİ)

Braket makaslama bağlanma dayanımı testinden sonra tüm gruplara yüzey incelemesi yapılarak stereomikroskop altında artık adeziv indeksi değerlendirilmiştir. İndeks skorlaması olarak Årtun ve Bergland (1984)'ın skorlaması kullanılmıştır.

Skorlama:

Skor 0: Diş yüzeyinde artık adeziv yok,

Skor 1: Diş yüzeyinin 50%'sinden azında artık adeziv bulunmaktadır,

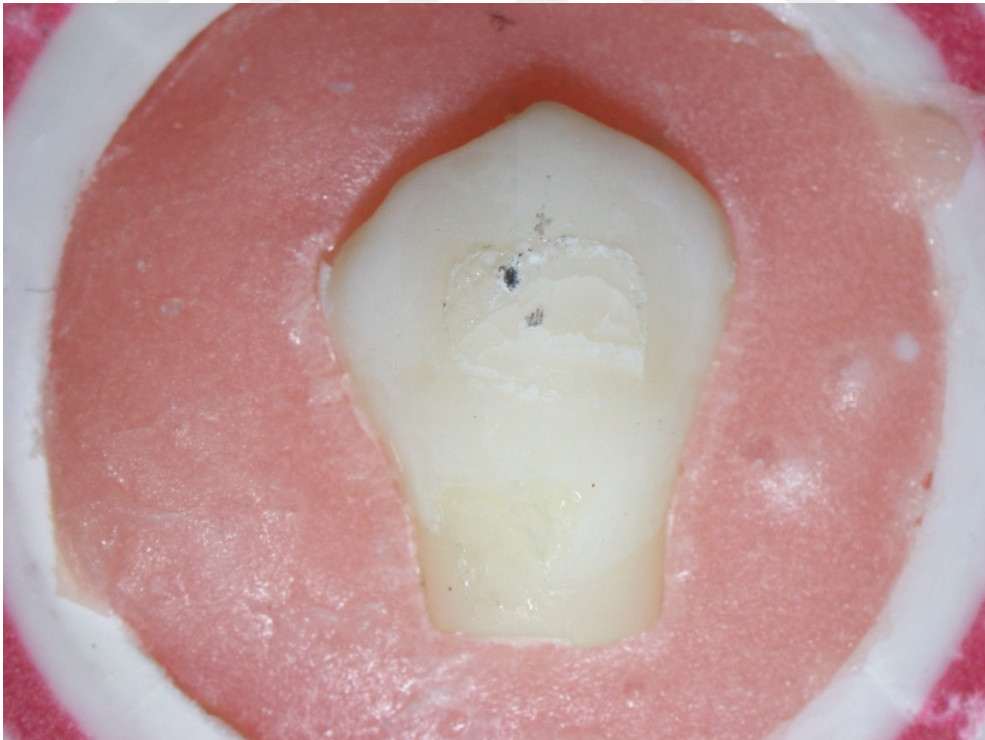
Skor 2: Diş yüzeyinin 50%'sinden fazlasında artık adeziv bulunmaktadır,

Skor 3: Diş yüzeyinin tamamı adezivle kaplıdır,

Skor4: Mine çatlağı bulunmaktadır.



Resim 17. AAİ Skor 0



Resim 18. AAİ Skor:1



Resim 19. AAİ Skor: 2



Resim 20. AAİ Skor:3



Resim 21. AAİ Skor: 4

3.4. Taramalı Elektron Mikroskop (TEM) Altında İnceleme

GR1, GR2, GR3, GR4, GR5 de bulunan örneklerin braket makaslama dayanım testinden sonra yüzey incelemesi, taramalı elektron mikroskobu (TEM) ile İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde yapılmıştır. TEM incelemesi, her gruptan randomize olarak seçilen 3'er örnek ile yapılmıştır. Görünürlüğü artırmak amacıyla Altın (Au) ve Paladyum (Pd) karışımı talaşlar kullanılmış olup Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi öğretim görevlileri tarafından raportlanmıştır.

3.5. İstatiksel Analiz

Verilerin analizi IBM SPSS Statistics 17.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) paket programında yapılmıştır. Bağlanma dayanımı ölçümlerine ilişkin veriler Shapiro-Wilk testine göre normale yakın bir dağılım göstermiştir. ($W=0,980$, $p=0,135$). Gruplar arasında Levene testine göre bağlanma dayanım ölçümlerinin de homojen olduğu görülmüştür ($W=0,171$ ve $p=0,953$). Her iki parametrik test istatistiği varsayımı (normal dağılım ve

varyans homojenliği) sağlandığı için gruplar arasında ortalama bağlanma dayanımları yönünden farkın önemliliği tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) ile araştırılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler; bağlanma dayanımı için ortalama $\pm$ standart sapma biçiminde, ARI skorları ise örnek sayısı ve yüzde olarak ifade edildi. Artık Adeziv İndeksi (AAİ) skroları açısından farkın önemliliği Kruskal Wallis testi ile değerlendirilmiştir. Tek Yönlü Varyans Analizi sonucunda F istatistiği önemli bulunduğundan ($F=6,895$ ve $p<0,001$) bir sonraki aşamada söz konusu farka neden olan grup ya da grupları tespit etmek amacıyla post – hoc Tukey’s HSD testi kullanılarak gruplar arasında ikili karşılaştırmalar yapılmıştır.



4. BULGULAR

4.1. Uygulanan Ajanların Braket Bağlanma Dayanımına Etkisi

Grup 1 (kontrol), Grup 2 (demineralize), Grup 3 (CPP-ACPF), Grup 4 (Voco Profloroid Vernik) ve Grup 5 (ICON Rezin İnfiltrasyon) gruplarına ait braket bağlanma değerleri Tablo 1. ve Şekil 1. de gösterilmiştir.

Tablo 1. Gruplara göre braket bağlanma değerleri

Gruplar	N	Remineralizasyon Prosedürü	Bağlanma Dayanım				ANOVA F=6,895
			Ortalama (MPa)	SS	Min	Maks	P
Grup 1	20	-	19.09 ^a	5.76	9.5	29.95	P < 0,001
Grup 2	20	Remineralizasyon Yapılmamış	18.51 ^b	6.31	6.62	31.34	
Grup 3	20	CPP-ACPF	19.62 ^c	5.86	10.75	32.11	
Grup 4	20	Florür Vernik	13.44 ^{a,b,c,d}	6.37	4.99	24.39	
Grup 5	20	Rezin İnfiltrasyon (ICON)	22.11 ^d	6.56	9.02	29.42	

N: Örnek sayısı, SS: Standart sapma, Min: Minimum, Maks: Maksimum

Veriler; ortalama $\pm$ standart sapma biçiminde ifade edildi. Tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA), a: Grup 1 ile Grup 4 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,037$), b: Grup 2 ile Grup 4 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,001$), c: Grup 3 ile Grup 4 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,018$), d: Grup 4 ile Grup 5 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,001$) bulunmuştur.

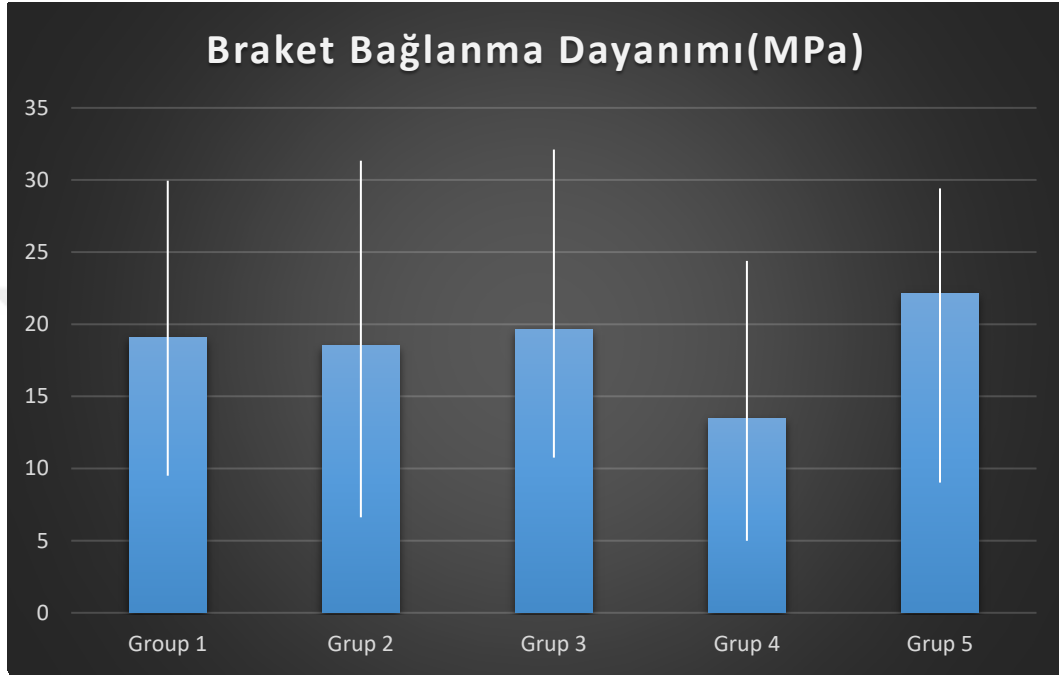
Yapılan istatistiksel değerlendirme sonunda braket bağlanma değeri en düşük grup 4 olmuştur ($13,44 \text{ MPa} \pm 6,37$).

En yüksek ortalamaya sahip olan ise grup 5 olmuştur ($22,11 \text{ MPa} \pm 6,56$).

Kontrol grubunda (Grup 1) $19,09 \pm 5,76 \text{ MPa}$ 'lık bir bağlanma dayanımı elde edilmiştir.

CPP-ACPF uygulanan grup 3 ise kontrol grubundan daha yüksek dayanım göstermiştir ($19,62 \pm 5,86$ MPa)

Demineralizasyon sonrası herhangi bir ajan uygulanmamış grup 2’de elde edilen sonuç ($18,51 \pm 6,31$ MPa) kontrol grubundan daha düşük bir değer olmuştur.



Şekil 1. Bağlanma Dayanım verilerinin grafiksel olarak sunumu

4.2. Gruplar Arası Artık Adeziv İndeks Dağılımı

Grup 1 (kontrol), Grup 2 (demineralize), Grup 3 (CPP-ACPF), Grup 4 (Voco Profloroid Vernik) ve Grup 5 (ICON Rezin İnfiltrasyon) gruplarına ait AAİ skorları Tablo 2. ve Şekil 2.’de gösterilmiştir

Tablo 2. AAİ skorları ve yüzdesel olarak dağılımı

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	p-değeri †
ARI skoru						<0,001
0	2 (%10,0)	4 (%20,0)	4 (%20,0)	13 (%65,0)	1 (%5,0)	
1	4 (%20,0)	4 (%20,0)	0 (%0,0)	4 (%20,0)	1 (%5,0)	
2	7 (%35,0)	5 (%25,0)	3 (%15,0)	0 (%0,0)	5 (%25,0)	1, 3, 5 vs 4
3	2 (%10,0)	4 (%20,0)	3 (%15,0)	1 (%5,0)	4 (%20,0)	
4	5 (%25,0)	3 (%15,0)	10 (%50,0)	2 (%10,0)	9 (%45,0)	

†Kruskal Wallis testi, grup 1, 3, 5 vs 4: Grup 1 ile grup 4 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,038$), Grup 3 ile Grup 4 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,001$), Grup 4 ile Grup 5 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,001$).

Grup 1'in AAİ skorlarına bakıldığında %35 oranında skor 2 görülürken, %25'inde skor 4 izlenmiştir. %10 oranında Skor 0 ve Skor 3 elde edilirken, %20 oranında Skor 1 elde edilmiştir.

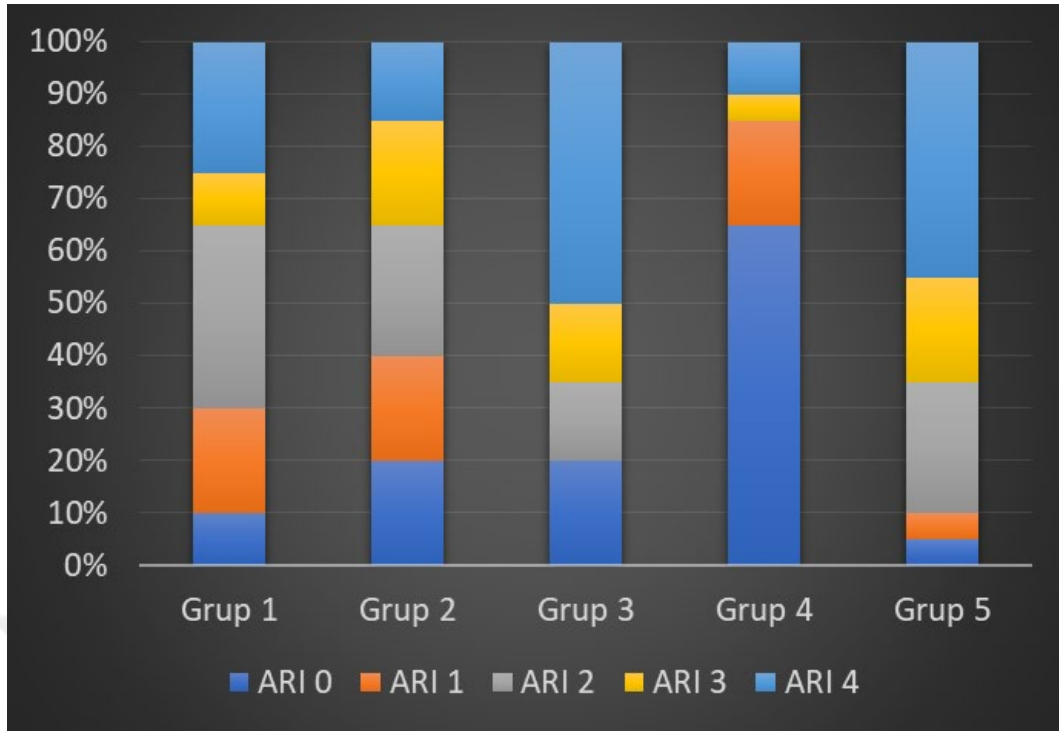
Grup 2'nin AAİ skorları ise neredeyse eşit dağılmıştır (Skor 0 %20, Skor 1 %20, Skor 2 %25, Skor 3 %20, Skor 4 %15)

Grup 3'ün skor dağılımında ise %50'sinde Skor 4 elde edilirken, %20'sinde Skor 0 izlenmişken, Skor 2 ve Skor 3 %15 oranında görülmüştür.

Grup 4'ün skorlarına bakıldığında çok büyük bir çoğunluğunda (%65) Skor 0 elde edilmiştir. Bu sonuç elde ettiğimiz bağlanma dayanım skorunu destekleyen bir bulgudur. %20 oranında Skor 1 izlenmişken, %5'inde Skor 3, %10'unda Skor 4 görülmüştür.

Grup 5'in skorlarına baktığımızda ise en fazla olan skor 4 (Mine çatlağı) %45 oranında görülmüştür. Skor 0 ve Skor 1 %5 oranında görülürken, Skor 2 %25, Skor 3 %20 oranında görülmüştür.

Tüm gruplara ait AAİ skorlarına bakıldığında istatistiksel olarak skorların dağılımı yönünden anlamlı fark olup ($p<0,001$), söz konusu farka neden olan durum grup 4'de elde edilen skorların diğer gruplara göre daha düşük çıkmasından kaynaklanmaktadır ($p=0,038$; $p<0,001$, $p<0,001$). Diğer gruplar birbirleri arasında karşılaştırıldığında ise AAİ skorlarının dağılımları istatistiksel olarak benzer bulunmuştur ($p>0,05$).

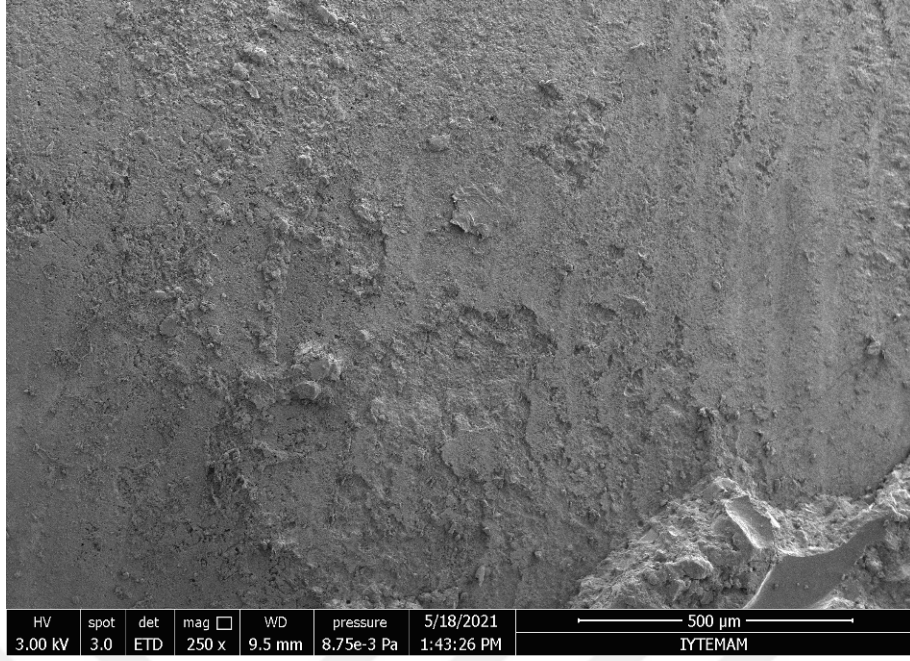


Şekil 2. AAI skorları ve yüzdesel olarak dağılımı

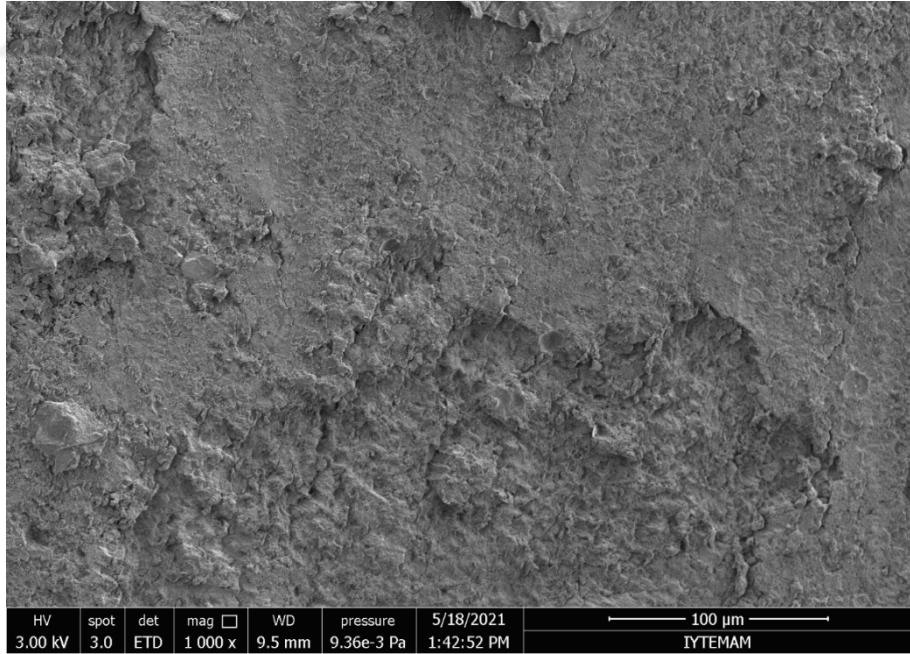
Braketler uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması.

4.3. Taramalı Elektron Mikroskobu (TEM) Analizi Sonuçları

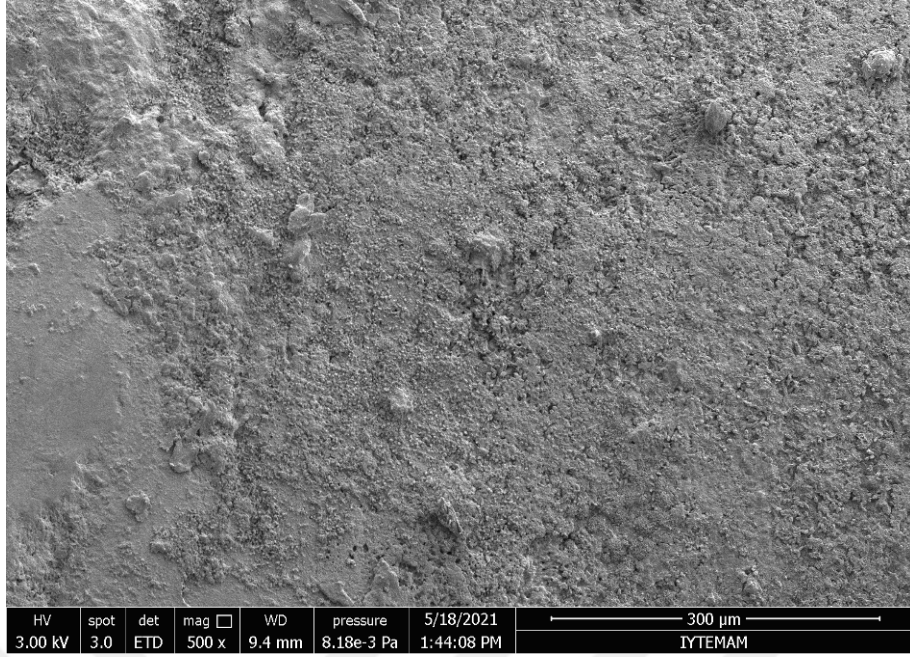
SEM görüntülemeleri ile yapılan yüzey değerlendirmesinde; Grup 1 ve Grup 2'nin yüzeyde yarattığı değişikliklerin birbirine benzer olduğu görüldü. MI Paste Plus TM with RecaldentTM (Grup 3) ve Voco Profloroid Varnish (Grup 4) kullanılan gruplarda Grup 1 ve Grup 2'ye kıyasla gözlenen adeziv miktarları daha fazla olarak tespit edildi. Grup 3 ve Grup 4 birbirleri ile kıyaslandığında yüzeydeki adeziv miktarına ait skorlar Grup 4'te Grup 3'den yüksek olarak tespit edilmiştir. Araştırma grupları arasında en yüksek kırık skorları ICON kullanılan Grup 5'den elde edilmiştir. Mine yüzeyine infiltre olan bu materyalin kullanımı sonrası braket uzaklaştırılmış olsa da yüzeyde kalan adeziv artıkları özellikle büyütmenin yüksek olduğu görüntülemelerde açıkça gözlenmektedir.



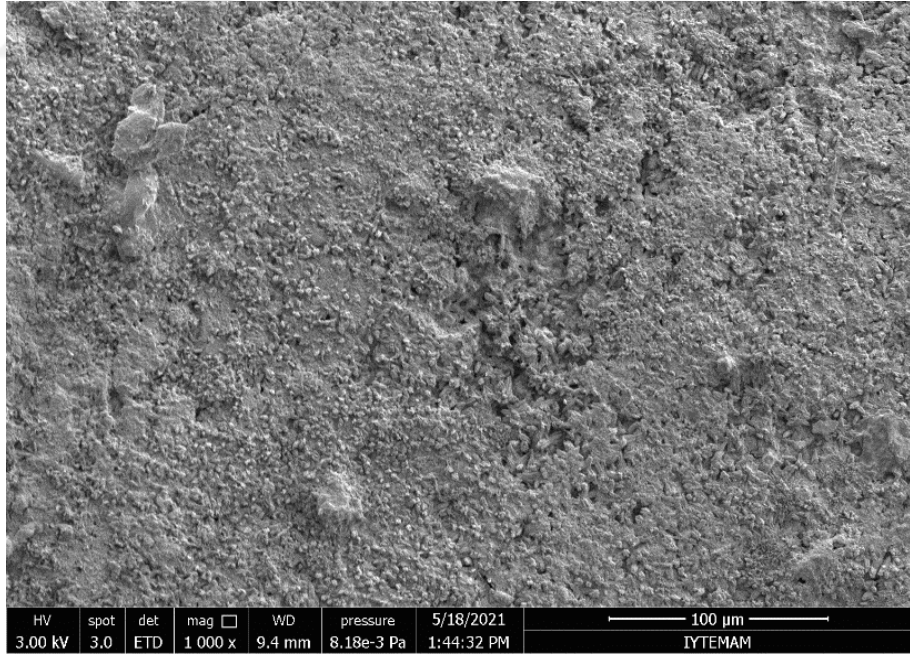
Şekil 3. Gr-1-7_03; Braketler uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 1 düzeyindedir (500x büyütme)



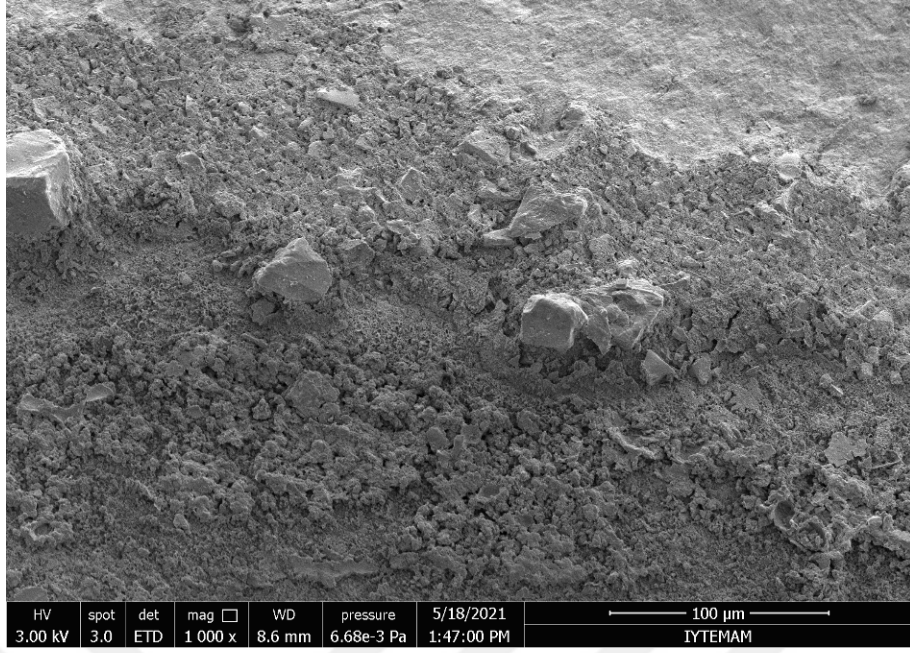
Şekil 4. Gr-1-7_04; Braketler uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 3 düzeyindedir (1000x büyütme)



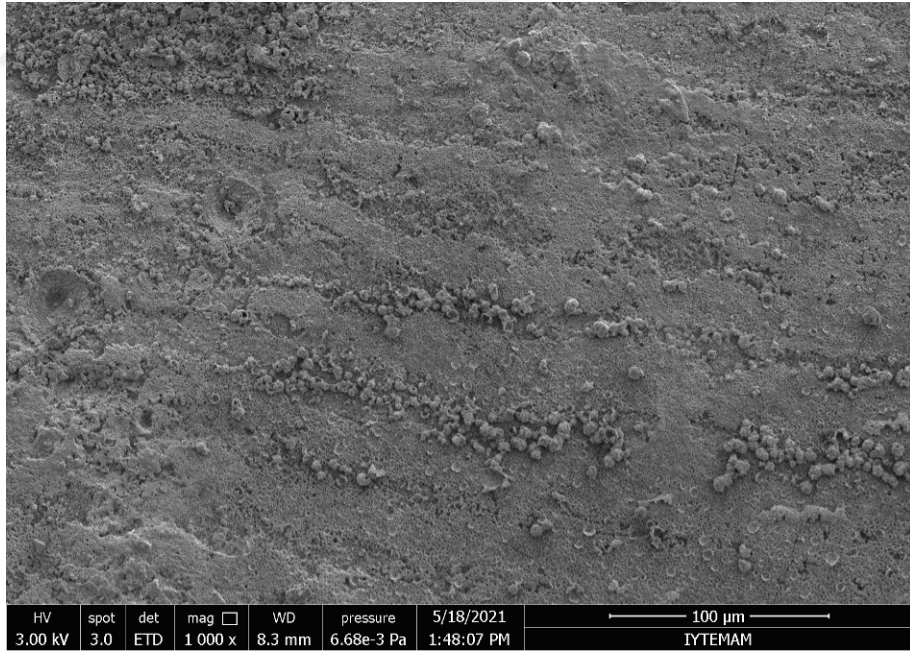
Şekil 5. Gr-1-7_05; Braketler uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 1 düzeyindedir (500x büyütme)



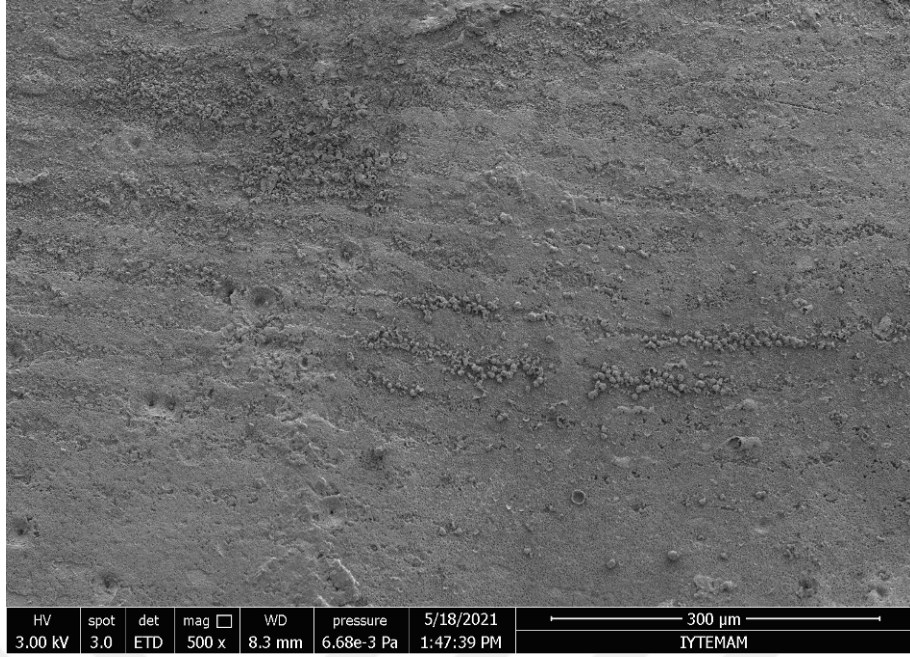
Şekil 6. Gr-1-7_06; Braketler uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 3 düzeyindedir (1000x büyütme)



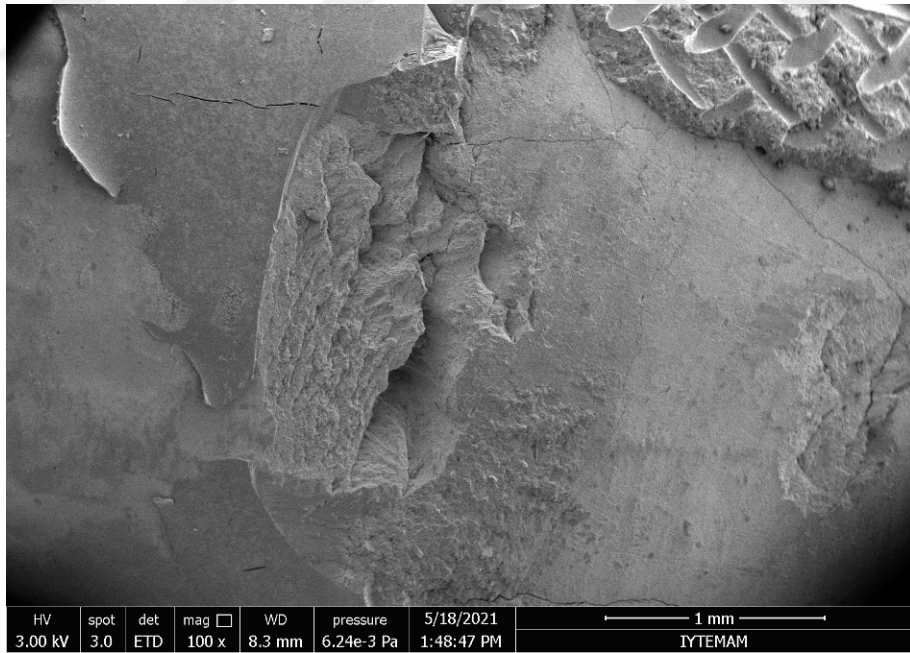
Şekil 7. Gr-2-19_02; Braketler uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 1 düzeyindedir (500x büyütme)



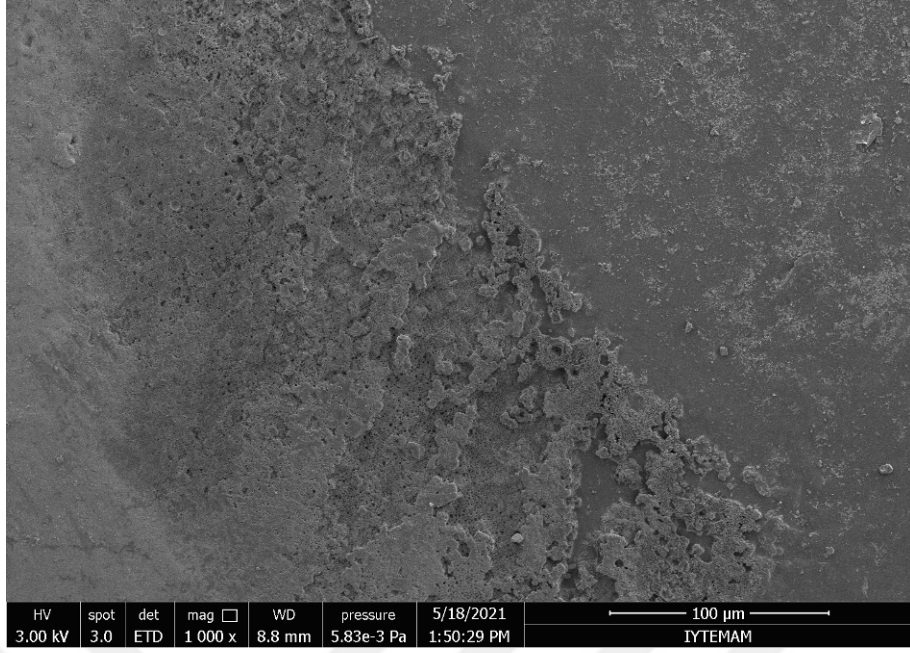
Şekil 8. Gr-2-19_04; Braketler uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 3 düzeyindedir (1000x büyütme)



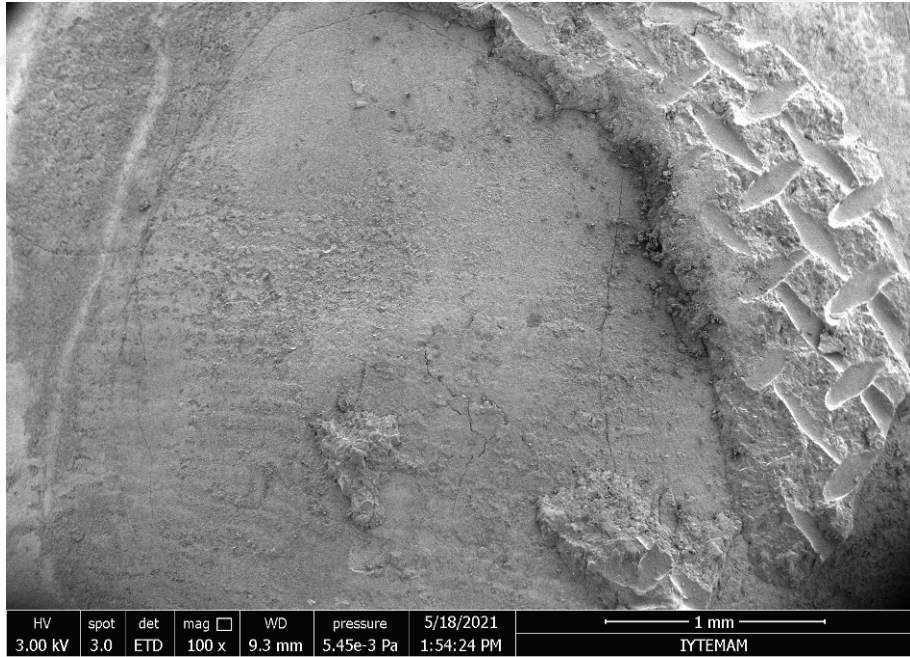
Şekil 9. Gr-2-19_05; Braketler uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 1 düzeyindedir (500x büyütme)



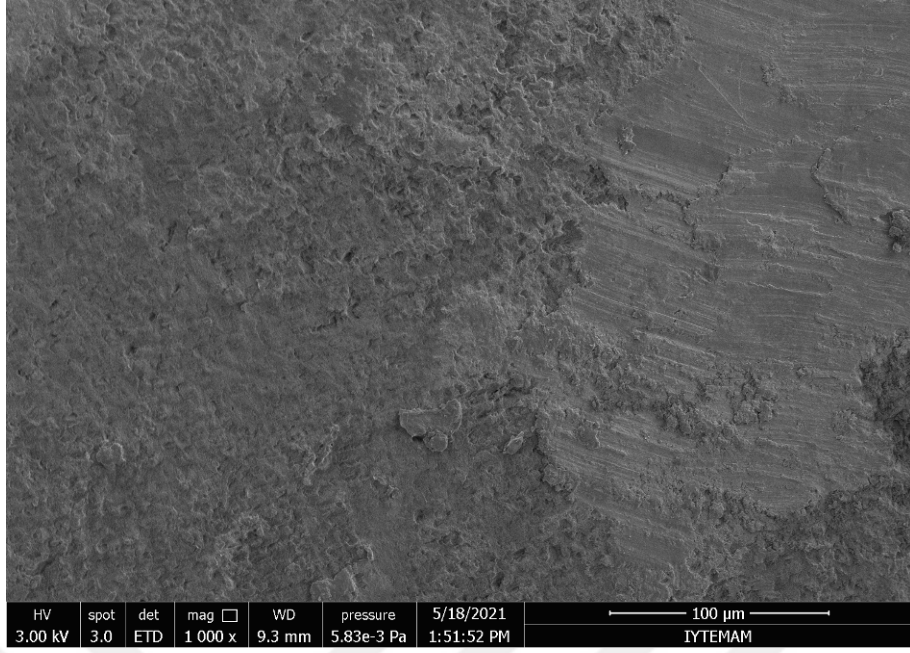
Şekil 10. Gr-2-19_06; Braketler uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 3 düzeyindedir (1000x büyütme)



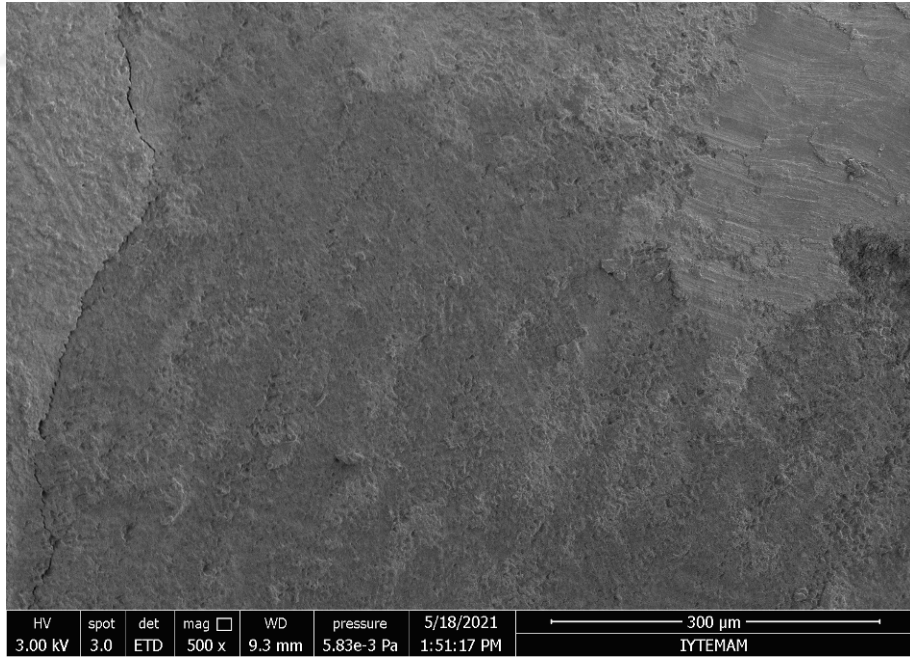
Şekil 11. Gr-3-20_03; Braketler uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 2 düzeyindedir (500x büyütme)



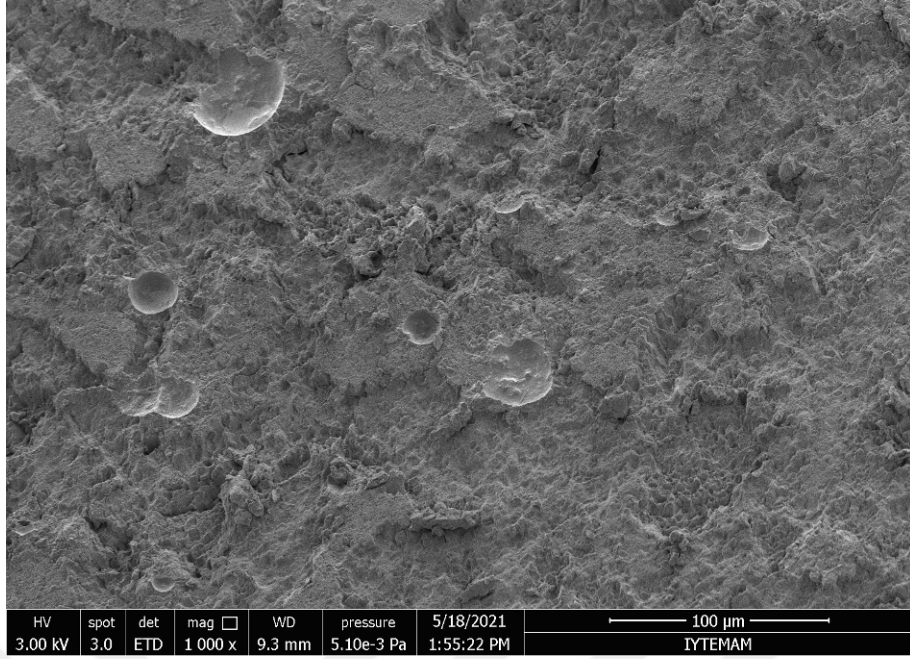
Şekil 12. Gr-3-20_04; Braketler uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 2 düzeyindedir (1000x büyütme)



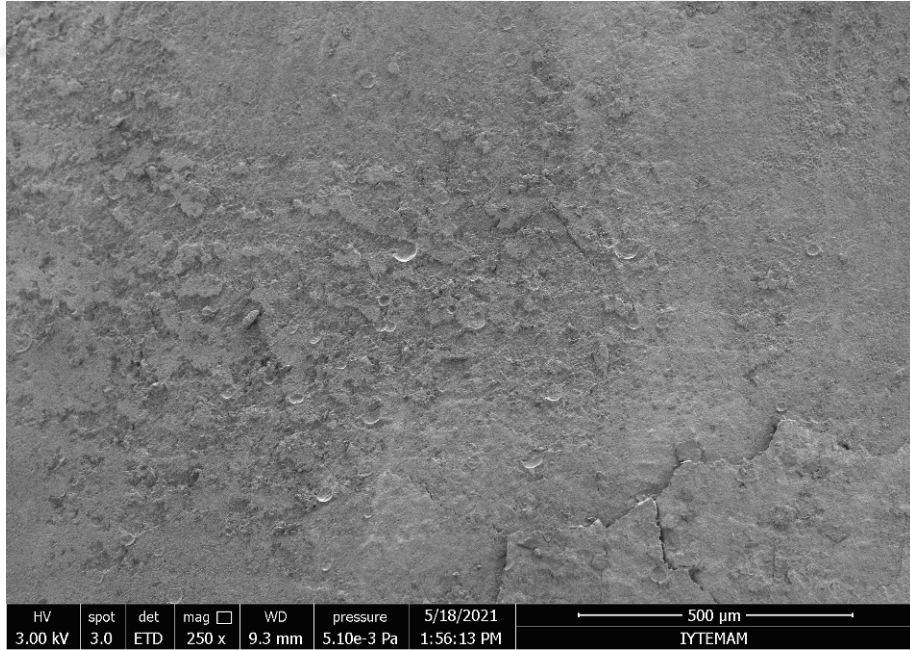
Şekil 13. Gr-3-20_05; Braketler uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 2 düzeyindedir (500x büyütme)



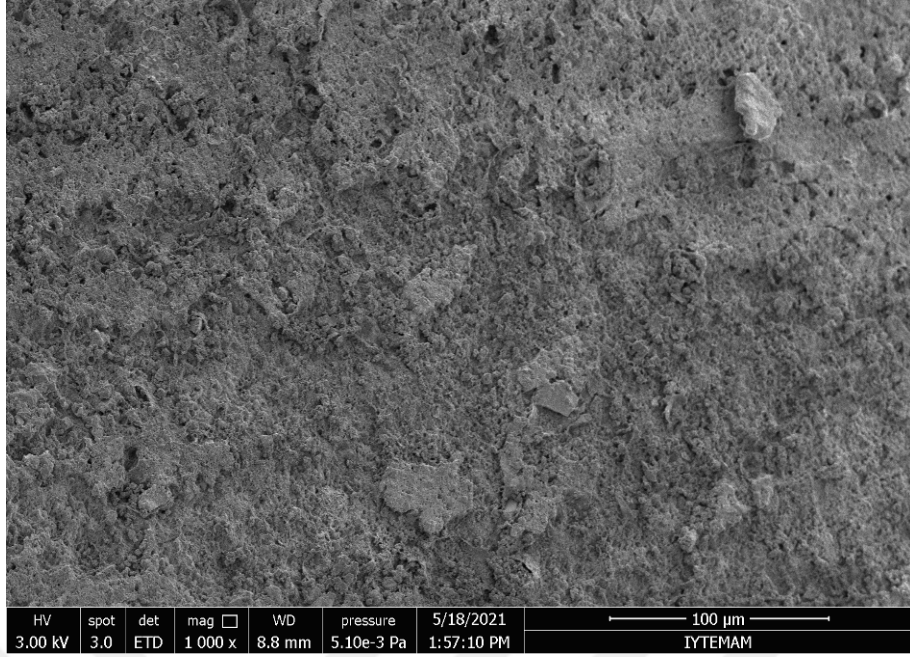
Şekil 14. Gr-3-20_06; Braketler uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 2 düzeyindedir (1000x büyütme)



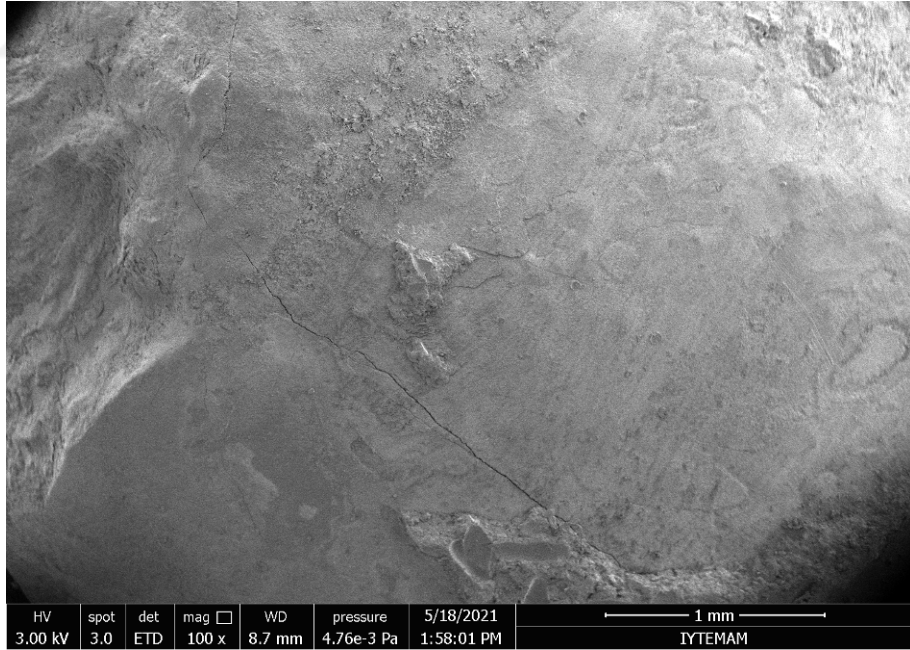
Şekil 15. Gr-4-16_02; Braketler uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 3 düzeyindedir (500x büyütme)



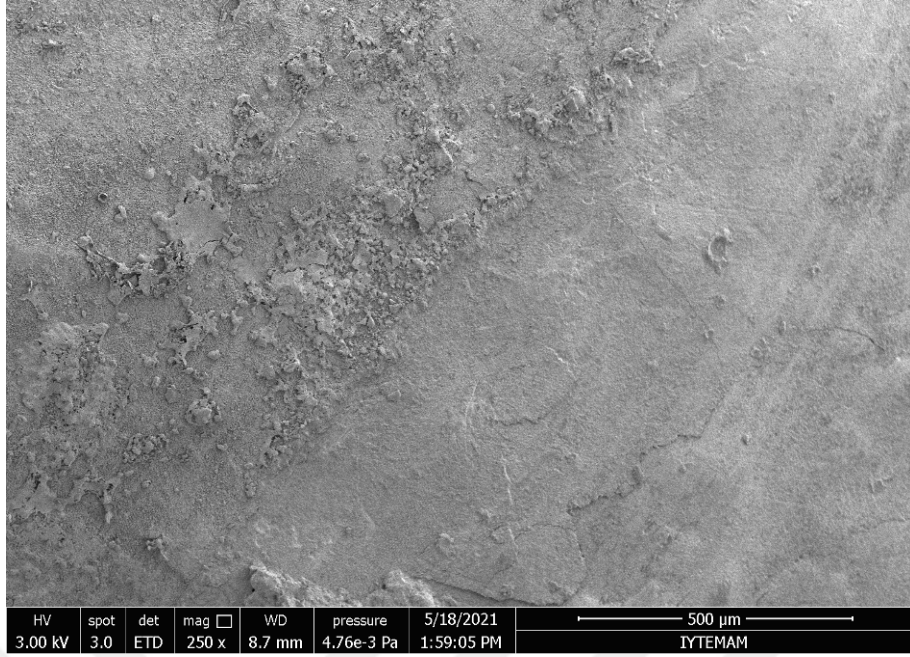
Şekil 16. Gr-4-16_03; Braketler uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 3 düzeyindedir (1000x büyütme)



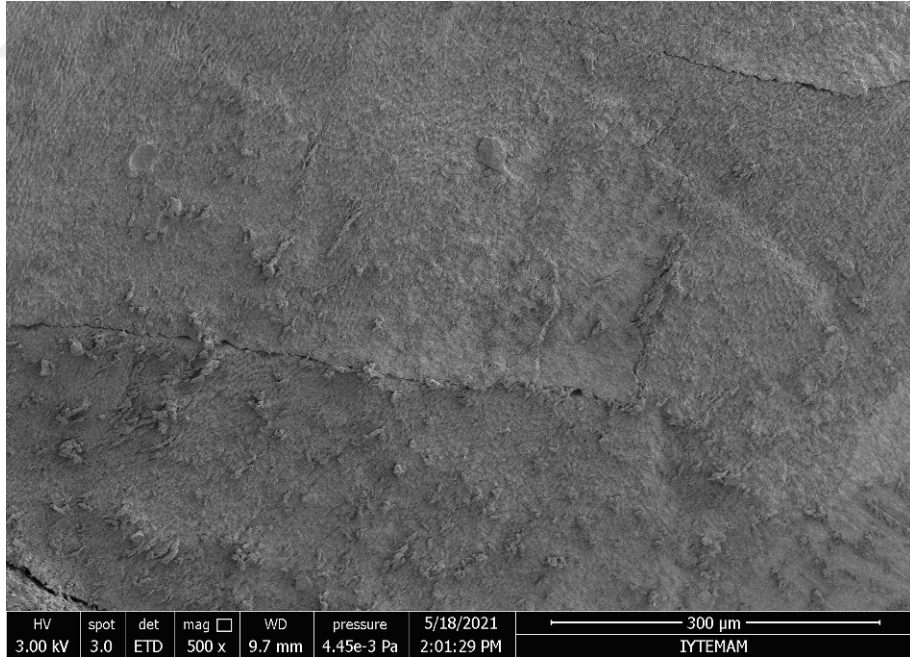
Şekil 17. Gr-4-16_05; Braketler uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 3 düzeyindedir (500x büyütme)



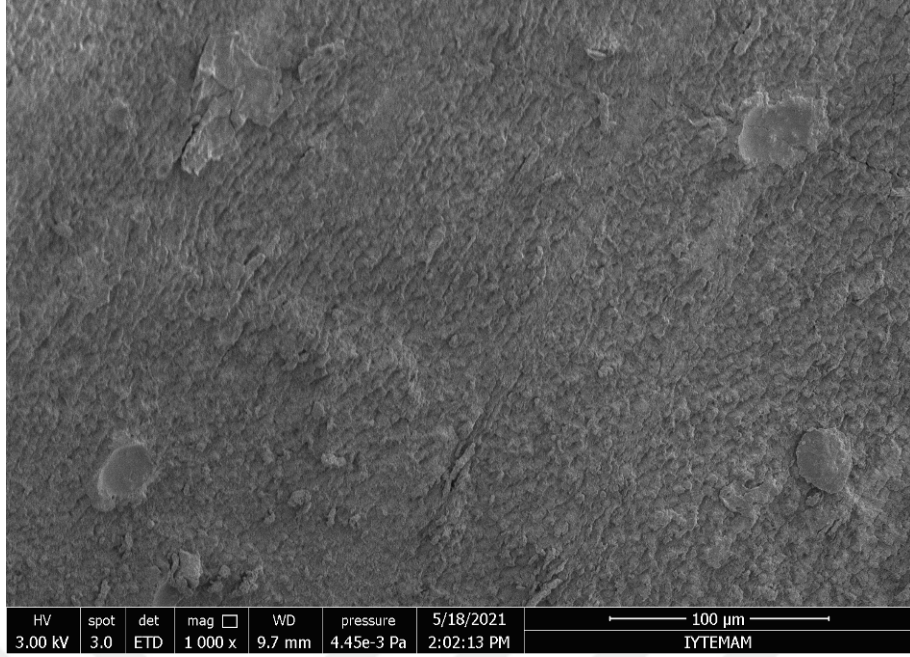
Şekil 18. Gr-4-16_06; Braketler uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 3 düzeyindedir (1000x büyütme)



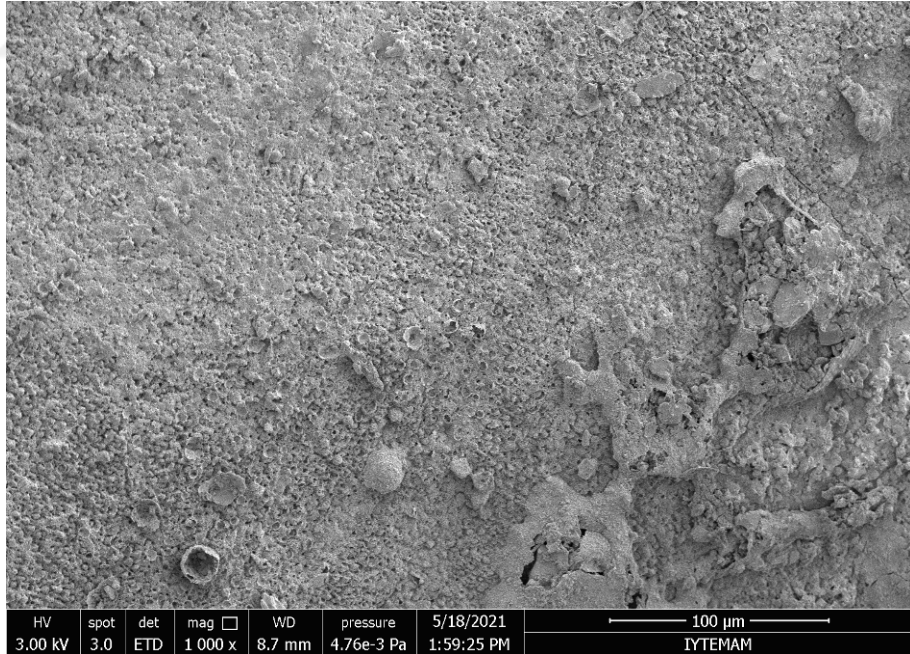
Şekil 19. Gr-5-6_02; Braketler uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 3 düzeyindedir (500x büyütme)



Şekil 20. Gr-5-6_04; Braketler uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 3 düzeyindedir (1000x büyütme)



Şekil 21. Gr-5-6_05; Braketler uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 3 düzeyindedir (500x büyütme)



Şekil 22. Gr-5-6_06; Braketler uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyallerin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması, 3 düzeyindedir (1000x büyütme)

Tablo 3. Braket uzaklaştırıldıktan sonra, mine yüzeyine infiltre olmuş materyalin yüzeyde kalan adeziv kısmının skorlanması.

Örnek numarası	Büyütme	AAİ Skoru
Gr-1-7 03	500x	1
Gr-1-7 04	1000x	3
Gr-1-7 05	500x	1
Gr-1-7 06	1000x	3
Gr-2-19 02	500x	1
Gr-2-19 04	1000x	3
Gr-2-19 05	500x	1
Gr-2-19 06	1000x	3
Gr-3-20 03	500x	2
Gr-3-20 04	1000x	2
Gr-3-20 05	500x	2
Gr-3-20 06	1000x	2
Gr-4-16 02	500x	3
Gr-4-16 03	1000x	3
Gr-4-16 05	500x	3
Gr-4-16 06	1000x	3
Gr-5-6 02	500x	3
Gr-5-6 04	1000x	3
Gr-5-6 05	500x	3
Gr-5-6 06	1000x	3

5. TARTIŞMA

5.1. Çalışmanın Amacının Tartışması

Sabit ortodontik apareyler ağız hijyenini kötü yönde etkilerken, plak birikimine sebep olup çürük oluşum riskini artırmaktadır. Bunun sonucunda oluşan mine demineralizasyonu, beyaz nokta lezyonlarının gelişimine neden olur. BNL, genellikle gingival üçlüde, maksiller keserlerin labial yüzeyinde ve tükürük akışının daha az olduğu bölgelerde sıklıkla görülmektedir (Gorelick ve ark., 1982) BNL braketlerin altında ince bir çizgi olarak belirirken, bazı hastalarda kavitasyonsuz, büyük dekalsifiye alanlar olarak da görülebilmektedir. Ortodontik tedavi bitiminde braketlerin çıkarılmasından sonra görülen beyaz nokta lezyonları estetik açıdan rahatsız edicidir (Zabokova-Bilbilova ve ark., 2014). Bununla beraber braketlerin çıkarılmasından 5 yıl sonra bile tedavi ihtiyacı oluşturabilen BNL görülebilmektedir (Øgaard, 1989).

Sabit ortodontik tedavilerde braketler yaklaşık iki yıl boyunca dişlere yapıştırılmış durumdadır. Tedavi başında sağlıklı bir diş minesinin bulunması tedavinin başarısı açısından çok önemlidir. Braket kırıkları ortodontik tedavi süresini uzattığından dolayı bağlanma dayanımından ödün vermeden beyaz nokta lezyonlarını tedavi edebilmek tedavi açısından çok önemlidir (Gulec ve Goymen, 2019). Ortodontik tedavi görmemiş bireylerde beyaz nokta lezyonu görülme sıklığı %11-24 arasında olduğu belirtilmiş olup, bu durum ortodontik tedavi öncesinde de birçok hastanın beyaz nokta lezyonu olduğu anlamını taşımaktadır (Boersma ve ark., 2005; Gorelick ve ark., 1982; Lucchese ve Gherlone, 2013).

Topikal florür uygulaması, Schmidt'in 1964 yılında ortodonti hastalarına mine remineralizasyonunu artırmak amacıyla uygulaması sonrasında yaygın hale gelmiştir (Hazelrigg ve ark., 2003). Florür verniklerinin profesyonel olarak uygulanması primer ve sekonder çürüklerin tedavisinde önemli bir yere sahip olduğunu sistematik incelemelerde belirtilmiştir (Azarpazhooh ve Main, 2009; Marinho, 2009; Petersson ve ark., 2004). Braket kaidesine yakın yüzeylere düzenli olarak florür vernik uygulanması sonucunda braketlerin çıkartılması sonrası placebo grubuna nazaran beyaz nokta lezyonu görülme riski %18 daha az olmuştur (Stecksén-Blicks ve ark., 2007). Todd ve ark. (1999) yaptıkları bir çalışmada florür

vernük uygulamasıyla (Duraflor®, Pharmascience Inc. , Montreal, Canada) mine yüzeyinde %50 daha az demineralizasyon olduğunu bulurken, bu sonuçlar Øgaard ve ark. (1996)'nın yaptığı çalışmayla da desteklenmiştir (mine yüzeyi %48 daha az demineralize olmuştur). Vivaldi-Rodrigues ve ark. (2006)'nin yaptığı çalışmada ise 12 ay süren bir ortodontik tedavide üç ayda bir florür vernük uygulanması sonucunda, mine demineralizasyonunda %44,3'lük bir azalma olduğu saptanmıştır.

Topikal florür uygulamalarının etkinliği, florür ajanlarının mine yüzeyinde kalmasıyla doğrudan ilişkilidir. Mine yüzeyinde uzun süreli florür uygulanmasıyla floroapatit oluşumu artarken, mine çözünürlüğünde azalma meydana gelmektedir (ten Cate, 1999). Florür vernükleri, bu temas süresini artırma amacıyla geliştirilmiştir. Florür vernükler APF jel ve amin florid uygulamalarına göre mineyle daha uzun süre temasta kalarak vernüklerin mine yapısına daha fazla flor katılımı yapabilmesini sağlamaktadır (Arends ve Schüthof, 1975).

Bu bilgilerin haricinde, topikal florür uygulaması sonrasında mine yüzeyinde oluşan yüksek florür iyon konsantrasyonunun derinlere indikçe ciddi oranda azaldığını gösteren çalışmalar da bulunmaktadır. Düşük çözünürlüğe sahip olan florür minerali, mine yüzeyinde birikme eğilimindedir. Yüzeydeki porözlü boşlukları dolduran florür iyonu, daha derinlere ilerleyememektedir (Koulourides ve ark., 1961; Larsen, 1986). Florür iyonlarının lezyonun daha derinlerine daha kolay bir şekilde ulaşabilmesi için düşük doz florür uygulaması önerilmektedir. Yapılan bir çalışmada 60µm'dan daha sık lezyonlarda, düşük doz flor uygulaması ile remineralizasyonun sağlanabileceği saptanmıştır (Hicks ve ark., 1984). Ancak Willmot (2004) yaptığı çalışmada, düşük doz florür içeren ağız gargaraları ve diş macunlarının, florür içermeyenlere kıyasla fazladan bir remineralizasyon etkisinin olmadığını bildirmiştir. Bu nedenle florür iyonunun remineralizasyon oluşturma yeteneğinin, demineralizasyonu önleme yeteneğine kıyasla daha az olduğu belirtilmektedir.

CPP-ACP süt ürünlerinden elde edilen biyoaktif bir madde olarak, süper doymuş kalsiyum ve fosfor iyonlarını ağız içerisinde stabilize edilmesine yardımcı olur. Ortamdaki pH düştüğünde, stabilize iyonların ortama salınmasıyla; fosfor iyonları ortamın pH'sını tamponlarken, kalsiyum iyonları ise remineralizasyonu teşvik eder (Shen ve ark., 2016). Robertson ve diğerleri (2011), CPP-ACP ile birlikte florür içeren (Tooth Mousse Plus) ürünün plasebo ürünle kıyaslandığında koruyucu bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada CPP-ACP içeren bir vernüğün, sığır dişlerine uygulandığı bir çalışmada diş fırçalama ve ağız gargarasının kullanıldığı ve kullanılmadığı durumlarda

ortodontik braket etrafındaki karyojenik lezyonun derinliğinde azalma meydana getirdiği saptanmıştır (Pithon ve ark., 2015).

Rezin infiltrasyon tekniği, lezyon yüzeyine hidroklorik asit jel uygulanarak yüzeyel hipermineralize olmuş yalancı sağlam yüzeyin uzaklaştırılmasıyla başlar, sonrasında ise düşük viskoziteye sahip infiltrant rezin uygulanarak mine yüzeyinde açığa çıkmış porların kapatılması sağlanır (Meyer-Lueckel ve ark., 2007; Paris, Meyer-Lueckel, Colfen, ve ark., 2007). Bu sayede lezyonun ilerlemesi durdurularak mine yapısı güçlendirilirken kavitasyon oluşumu ve yüzey kırılmalarının önüne geçilir (Paris ve Meyer-Lueckel, 2010b). Çürük infiltrantları hızlı kapiller penetrasyon için optimize edilmiş olup, düşük vizkozite ve yüksek yüzey gerilimine sahiptirler (Paris, Meyer-Lueckel, Colfen, ve ark., 2007). Bu sayede, laboratuvar çalışmaları sonucunda infiltrantların lezyon gövdesine konvansiyonel adezivlere kıyasla daha derine ulaştığı gözlenmiştir (Kielbassa ve ark., 2009; Meyer-Lueckel ve Paris, 2008b; Paris, Meyer-Lueckel, Colfen, ve ark., 2007). Yapılan bir klinik takip çalışmasında, bu uygulamanın çürük lezyonun ilerlemesinde florür uygulamasına kıyasla 1,5 yıllık takip sonrasında daha etkili olduğu saptanmıştır (Paris ve Meyer-Lueckel, 2010a).

5.2. Çalışmanın Yönteminin Tartışması

Yapılan bazı demineralizasyon çalışmalarında insan dişi kullanılırken (Jayarajan ve ark., 2011; Nalbantgil ve ark., 2013; Sudjalim ve ark., 2007; Todd ve ark., 1999), bazı çalışmalarda ise sığır dişi kullanıldığı görülmüştür (Demito ve ark., 2004; Horuztepe ve Baseren, 2017; Mews ve ark., 2015).

Featherstone ve Mellberg (1981) yaptıkları çalışmada insan dişi yerine sığır dişi kullanılabileceğini belirtmiştir. Yapılan başka çalışmalarda ise sığır dişinin insan minesine kıyasla daha hızlı bir şekilde demineralize olduğu bulunmuştur (Gillgrass, Creanor, ve ark., 2001; Jayarajan ve ark., 2011). Bu durum, daha poröz bir yapıya sahip olmaları nedeniyle minerallerin sığır dişlerine daha hızlı bir şekilde difüze olmasına ve uzun süren deneylerde yapısının bozulmasına bağlanmıştır (Edmunds ve ark., 1988; Featherstone ve Mellberg, 1981; Lynch ve Ten Cate, 2006). Bu nedenle çalışmamızda, insan dişi kullanımına karar verilmiştir.

Çalışmada kullanılacak dişlerin saklama koşullarına bakıldığında, dişlerin farklı ortamlarda bekletildiği görülmektedir (Finnema ve ark., 2010). Literatüre bakıldığında, çekilen dişlerin saklanması için belirlenen bir standart olmadığı görülmüştür. Yapılan bir

çalışmada, formaldehit ve timol solüsyonlarının minenin demineralizasyonuna olan etkisi incelenmiş ve bu çalışma sonucunda, formaldehit solüsyonlarının mine remineralizasyonuna olan direnci arttırırken, timol solüsyonlarının güvenli olduğu bildirilmiştir (Moura ve ark., 2004). Çalışmamızda kullanılan dişlerin saklanması, bakteri kolonizasyonunun görülmemesi ve mine organik yapısının bozulmaması amacıyla birçok çalışmada da kullanılan %0,1 timol solüsyonu kullanılmıştır (Ahrari ve ark., 2012; Bulut ve ark., 2005; Romano ve ark., 2005).

Meckel (1968) in vitro ve in vivo ortamlarda gerçekleştirilen çürüğü oluşturmak için pelikülün önemli olduğunu vurgulamıştır. Daha sonra yapılan bir çalışmada ise pelikülün in vitro demineralizasyon için ön koşul olmadığı, pelikül olmadan da in vitro ortamda demineralizasyon gerçekleşebileceği saptanmıştır (Øgaard ve ark., 1986).

Literatüre baktığımızda demineralizasyon-remineralizasyon döngüsü için in vitro çalışmalarda pH'sı 4,4 ile 5 arasında değişen solüsyonlar ve jeller kullanılmıştır (Nalbantgil ve ark., 2013). Çalışmamızda kullanılan solüsyonların içeriği daha önce benzer yöntemle yürütülmüş çalışmalarda kullanılan solüsyonlarla aynı formülasyonda olup, yine bu çalışmalardaki gibi 6 saat demineralizasyon 18 saat remineralizasyon olacak şekilde bir döngü şeklinde çürük oluşturulmuştur. (Baysal ve Uysal, 2012; Ekizer ve ark., 2012). Bu yöntemi seçmemizin sebebi, dişleri sürekli asidik bir solüsyonunda bekletip daha sonra remineralizasyon solüsyonunda bekletmekten ziyade, günlük yaşamı taklit etme amacıyla, dişleri 24 saatlik demineralizasyon-remineralizasyon döngüsünde (6 saat demineralizasyon, 18 saat remineralizasyon) tutarak günlük yaşamı taklit etmektedir.

Yapılan çalışmalarda %35-37'lik fosforik asit 15-30 saniye arasında uygulandığında yeterli klinik bağlanma dayanımı elde edildiği belirtilmiştir (Bin Abdullah ve Rock, 1996; Øgaard ve Fjeld, 2010; Sheen ve ark., 1993). Bu sebeple çalışmamızda mine yüzey koşullarının hazırlanmasında 15 saniye boyunca %37'lik fosforik asit kullanılmıştır.

Mine yüzeyine asit uygulamasının başlamasıyla, ortodontik braketlerin dişlere kompozit rezinler aracılığıyla direkt olarak bağlanması, Mewman (1964)'ın gündeme getirmesiyle, günümüzde sabit ortodontik tedavilerin rutin bir parçası olmuştur (Zachrisson, 1977). Son yıllarda adeziv teknolojisindeki ilerlemelerle son 30 yılda 2 patlı sistemler (Newman, 1978), karıştırma gereği olmayan adezivler (Millett ve Gordon, 1994) ve ışıkla aktive olan direkt bonding materyalleri (O'Brien ve ark., 1989) geliştirilmiştir. Bu sistem sayesinde hastalar için daha tolere edilebilir bir braket yapıştırma yöntemi kullanılmaya

başlanmıştır. Bu sistemle separasyon gereksinimi ortadan kalkmış, gingival irritasyon azalmış ve oral hijyen daha iyi sağlandığından daha estetik sonuçlar edilmeye başlanmıştır (Bryant ve ark., 1987). Ayrıca yapılan çalışmalar sonucunda, ortodontide sıkça kullanılan kompozit rezinlerin yeterli bağlanma dayanımı elde edildiği görülmüştür (Aggarwal ve ark., 2000; Eliades ve ark., 2001; Millett ve Gordon, 1994; Millett ve McCabe, 1996; M. M. O'Reilly ve J. D. Featherstone, 1987). Çalışmamızda ortodonti alanında rutinde kullanılmakta olan ve yukarıda bahsedilen avantajlardan dolayı braketlerin yapıştırılmasında kompozit rezin tercih edilmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda, flor verniğin tek sefer uygulanmasının, ortodontik tedavi gören hastalarda demineralizasyonu önlemede başarılı sonuçlar verdiği saptanmıştır (Demito ve ark., 2004; Farhadian ve ark., 2008; Øgaard ve ark., 2001; Schmit ve ark., 2002). Bu sebeple biz de çalışmamızda braket yapıştırılma işlemi öncesinde diş yüzeyine bir doz flor vernik ajanı uygulanmıştır.

Yeni bir teknolojiyle geliştirilen, sütte bulunan kazeinden elde edilen fosfopeptidler tarafından stabilize edilen amorf formdaki kalsiyum fosfatlar, remineralizasyonda daha etkili bir rol oynamaktadır (Harper ve ark., 1986; Shaw, 1950; Silva ve ark., 1987). CPP-ACP'nin bu remineralizasyon kabiliyeti yapılan in vivo ve in vitro çalışmalarla da kanıtlanmıştır (F. Cai ve ark., 2003; Itthagarun ve ark., 2005; Reynolds, 1987; Reynolds ve ark., 1995). CPP-ACP'nin remineralizasyon kabiliyetine ek olarak demineralizasyon önleyici etkisi de bulunmaktadır (Reynolds, 1987, 1998). CPP-ACP nanokompleks yapıda diş yüzeyi ve dental plakla etkileşime girerek, kalsiyum ve fosfat iyonu için rezervuar görevi görmektedir. Bu sayede diş yüzeyinde ve plak sıvısı içindeki serbest kalsiyum fosfatı tamponlama görevi üstlenerek dişin mineral yapısıyla etkileşime girmekte ve, amorf kalsiyum fosfatın (ACP) süpersaturasyonunun devamlılığını sağlamaktadır (Reynolds, 1998).

Yeterli seviyelerdeki kalsiyum ve fosfat iyonları, florür iyonları (CPP-ACPF) ile birleştirildiğinde, mine lezyonlarında önemli ölçüde remineralizasyon elde edilebileceği gösterilmiştir. CPP-ACP ile birleştirilen florürün, BNL'nun gövdesine dahil olduğu ve minenin en dış yüzey tabakasında lokalize olmadığı gösterilmiştir. Kalsiyum ve fosfat iyonları ile birlikte florür iyonlarının lezyonun derinliklerine difüzyonu, lezyonun gövdesi boyunca önemli kristal büyümesi (remineralizasyon) sağlamaktadır (Cochrane ve Reynolds, 2012; Cochrane ve ark., 2008; Reynolds ve ark., 2008). Çalışmamızda kullandığımız yöntem ise Tabrizi ve Cakirer (2011) ve Al-Kawari ve Al-Jobair (2014)'in çalışmalarından farklı olarak ajanlar dişler üzerine 5 dakika süreyle bekletildikten sonra pamuk peletler yardımıyla

uzaklaştırıldıktan sonra 24 saat boyunca 37°C'de etüvde yapay tükürük solüsyon solüsyonunda bekletilmiş ve bu işlemler 1 hafta boyunca tekrarlanmıştır. Bu yöntemi uygulamamızdaki amaç, uygulamış olduğumuz CPP-ACPF ajanının yapay tükürük içerisinde bulunan kalsiyum iyonlarından maksimum faydalanmasını sağlamaktır.

Uygulanan remineralizasyon tedavilerinin başarısı hasta kooperasyonu ile doğrudan bağlantılıdır, tükürüğün doğal remineralizasyon etkisi veya hekimlerin uyguladığı ajanlar yoluyla remineralize olan dişlerin estetik görünümündeki problemlerin devam etmesi yeni ajanların geliştirilmesine olanak sağlamıştır (John ve ark., 2015; Kim ve ark., 2013; Yetkiner ve ark., 2014). Çürük lezyonlara düşük viskoziteli dimetakrilat rezinlerin infiltrasyonu, başlangıç çürük lezyonlarında önemli bir tedavi seçeneği olarak değerlendirilmektedir (Paris ve ark., 2010). Okluzal pit ve fissürler konvansiyonel yöntemlerle tıkmak yerine, rezin infiltrasyon ajanı, serbest yüzey hacmini işgal etmeyerek, poröz lezyonun gövdesine penetre olabilmelidir. Bu amaçla geliştirilmiş olan ICON'un lezyonun ilerlemesini durduracak ve yapısal bütünlüğünü koruyacak düzeyde penetre olabilecek kapasitede olduğu yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır (Martignon ve ark., 2012; Meyer-Lueckel ve ark., 2007). ICON'a bu özelliğini veren BNL dış yüzeyinde bulunan hipomineralize tabakayı %15'lik hidroklorik asitle etkili bir şekilde uzaklaştırmasıyla uygulanacak ajanın penetrasyonu için yol açması ve infiltrant olarak kullanılan trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) içeriği sayesinde düşük viskozite ve yüksek penetrasyon özelliklerine sahip olmasıdır (Paris ve Meyer-Lueckel, 2010b). NaF ve biyoaktif cam işleme ile tedavi edilen grupların yapay tükürük ile BNL'lerin remineralizasyonunun, kalsiyum iyonlarının birikmesine bağlı olması nedeniyle yavaş bir süreç olduğu saptanmıştır (Jham, 2010). Buna karşılık, düşük viskoziteli rezinler daha derin lezyonlara nüfuz edebilir ve tedaviden hemen sonra BNL'nin estetik görünümünü iyileştirebilir (Prasada ve ark., 2018). Diğer ajanlara göre hem lezyonların tıkanmasında hem de estetik olarak daha başarılı olan bu ajanın bağlanma dayanımını karşılaştırmak amacıyla çalışmamızda ICON kullanılmıştır.

Buonocore (1981), termal döngü kullanılmayan çalışmalarda elde edilen sonuçların ağız ortamını tam olarak taklit edemediğini saptamıştır. Termal döngü yapılmayan ve yapılan gruplar karşılaştırıldığında termal döngüye girmemiş grubun daha yüksek bağlanma dayanım skoru elde edildiği görülmüştür (Tezvergil ve ark., 2003). Termal döngü yapılan örneklerde döngü sayısı arttıkça braket bağlanma dayanımının düştüğü gözlemlenmiştir (DJ ve ark., 2018). Yapılan bazı çalışmalarda 6000 termal döngünün 5 yıllık klinik tedaviye eş değer olduğu belirtilirken (Al-Kawari ve Al-Jobair, 2014; Fischer ve ark., 2009; Leibrock ve ark.,

1999), Jurubeba ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada 500, 5000, 7000 ve 10000 termal döngünün klinik tedavi bakımından sırasıyla 0,42, 4,16, 5,83 ve 8,33 yıla denk geldiğini belirtmiştir. Yine aynı çalışmada in vitro çalışmalar için 7000 termal döngü uygulamasının daha uygun olacağı belirtilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda çalışmamızda örnekleri 5000 termal döngü işleminden geçirmeyi doğru bulduk.

Reynolds (1975), 6-8 MPa minimum bağlanma değerinin klink olarak ortodontik ihtiyacı karşılayacağını ve bu kuvvetlerin çiğneme ile ortodontik kuvvetlere dayanabildiğini belirtmiştir.

5.3. Çalışmanın Bulgularının Tartışması

Tabrizi ve Cakirer (2011), florür vernik kullanılan grubun en düşük (14,02 Mpa), CPP-ACP/F grubunun ise ikinci en yüksek (21,69 Mpa) bağlanma dayanımına sahip olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda florür vernik uygulanmış grupta 13,44 Mpa, CPP-ACPF'lı grupta ise 19,62 Mpa bulduğumuz bağlanma dayanımı değerleri ile örtüşmektedir. Bizim çalışmamızla kıyaslandığında elde edilen skorlar birbirlerine çok yakın olmakla birlikte bağlanma dayanımındaki fark Tabrizi ve Cakirer (2011)'in çalışmasında termal döngü kullanmamalarından kaynaklanmış olabilir. Tabrizi ve Cakirer (2011) grupların tümünde yüksek AAİ skorları gözlemlemiştir. AAİ sonuçları bizim çalışmamızdaki sonuçlara yakın olup, çalışmamıza benzer olarak florür vernik uygulanmış gruplarda artık adezivlerin çok büyük bir çoğunluğunun braket yüzeyinde kaldığı saptanmıştır.

Ekizer ve ark. (2012) çalışmalarında demineralize ettikleri dişlere CPP-ACPF, rezin infiltrasyon ve florür vernik uygulamışlardır. Çalışmalarında sadece florür vernik uygulanan grupta (9,9 Mpa) demineralize gruptan (12,3 Mpa) daha düşük bir bağlanma dayanım elde edilirken, bu sonuçlar çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla örtüşmektedir.

Cossellu ve ark. (2017) çalışmalarında farklı sayıda termal döngüye (Grup 1: 400, Grup 2: 800, Grup 3: 2500) tabii tuttukları dişlere florür vernik uygulamışlardır. Çalışmamızda 5000 termal siklus yapılmış olan hem kontrol grubu (19,09 Mpa) hem de florür vernikli grupta (13,44 Mpa) bağlanma değerlerinin daha yüksek çıkmasının kullanılan braket yüzey alanı farklılığından kaynaklandığını düşünmekteyiz. (Braket yüzey alanları $14,08\text{mm}^2 - 10,4\text{mm}^2$). AAİ skorları karşılaştırıldığında ise her iki çalışmada da flor vernik uygulanmış gruplarda artık adezivlerin çoğunun braket yüzeyinde kaldığı izlenmiştir.

Kimura ve ark. (2004) çalışmalarında florür vernik uygulanan grupta kontrol grubuna kıyasla daha yüksek bir bağlanma dayanımı bulmuşlardır. Çalışmamızda florür vernik uygulanmış örneklerde düşük AAİ sonuçları elde edilmişken, Kimura ve ark. (2004)'nin çalışmasında daha yüksek skorlar elde edilmiştir. Bu bulgu hem bizim çalışmamız hem Cossellu ve ark. (2017), hem de Ekizer ve ark. (2012)'nin bulgularıyla örtüşmemektedir. Oluşan bu farkın Kimura ve ark. (2004) çalışmasında herhangi bir demineralizasyon-remineralizasyon işlemi uygulamamış olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Al-Kawari ve Al-Jobair (2014), hem CPP-ACPF uygulanmış grup, hem de florür vernik uygulanmış grubun kontrol grubundan daha düşük bağlanma dayanımı gösterdiğini raporlamıştır. Aynı çalışmada dişlere %35 fosforik asit uygulandıktan sonra yine aynı ajanlar uygulanmış, fakat bu sefer daha yüksek bağlanma dayanımı elde etmişlerdir. Bu sonuçlar ise çalışmamızda elde ettiğimiz bulgularla örtüşmektedir. Aynı çalışmada florür vernik uygulanan grup CPP-ACPF uygulanan gruptan daha düşük bir bağlanma dayanımına sahip olup bulgularımızı desteklemektedir. Çalışmada elde edilen AAİ skorlarına bakıldığında ise asit uygulaması sonrası uygulanan ajanlar ile karşılaştırıldığında birbirine yakın skorlar elde edilmiştir.

Park ve ark. (2013), farklı adeziv tiplerinin CPP-ACP uygulanmış dişlerin bağlanma dayanımına olan etkisini ölçmüştür. Çalışma sonuçları karşılaştırıldığında kontrol ve CPP-ACP uygulanan grupların sonuçları yakın olsa da çalışmamızdan farkı CPP-ACP uygulanan grupta kontrol grubundan daha düşük bir bağlanma dayanımı skoru elde etmiş olmasıdır. AAİ sonuçları karşılaştırıldığında sonuç dağılımları yüzdelik olarak benzerlik gösterse de aradaki farkın örnek sayılarındaki farktan kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Cossellu ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada 6 farklı önleyici tedavinin braket bağlanma dayanımına etkisini ölçmüştür. Sonuçlar karşılaştırıldığında çalışmamızdan daha düşük değerler elde edildiği görülmüştür. Bunun sebebinin kullanılan braket yüzey alanının daha büyük olması, sığır dişi kullanılmış olması ve çalışmamızdan daha az termal döngü uygulanmış olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Çalışmada florür vernik uygulanan dişler en düşük bağlanma dayanımına sahipken en yüksek değer çalışmamızdan farklı olarak kontrol grubuna aittir. Çalışmalar arasındaki en büyük farklılık, ajanların dişlere uygulanmasından önce herhangi bir demineralizasyon-remineralizasyon döngüsüne girmemiş olmasıdır. Demineralize olmamış dişler poröz bir yapıya sahip olmadıklarından, uygulanan florür vernik ve CPP-ACP dişin yapısına çok fazla etki etmemiştir. Dişin yapısını yeteri kadar

güçlendiremediklerinden dolayı bağlanma dayanımını yeteri kadar güçlendiremediklerini, farkın da bu durumdan kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Ladhe ve ark. (2014), CPP-ACP ve CPP-ACPF uygulanmış dişlerin farklı adeziv tipleri kullanılarak braket bağlanmasına etkilerini incelemiştir; CPP-ACPF kullanılmış grup (12,07 Mpa), kontrol grubundan (10,67 Mpa) daha yüksek bir bağlanma dayanımına sahip olduğunu saptamıştır. Bu bulgu, çalışmamızla örtüşürken; iki çalışmanın bağlanma dayanım değerleri arasındaki farkın (Kontrol grupları 10,67 Mpa – 19,09 Mpa, CPP-ACPF grupları 12,07 Mpa – 19,62 Mpa) sebebinin başlık hareket hızından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Bishara ve ark. (2005), başlık hızının artmasıyla, bağlanma dayanım değerlerinin düştüğünü belirtmiştir. AAİ skorları karşılaştırıldığında, kontrol grubu skorları benzerlik gösterirken; CPP-ACPF skorlarında önemli farklılıklar raporlanmıştır. Ortaya çıkan farkın, çalışmada demineralizasyon işlemi olmamasından dolayı uygulanan ajanların dişlere penetre olmayıp, adezivlerin dişe daha iyi tutunmasını engellemesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Uysal ve ark. (2011)'nin yaptıkları çalışmada CPP-ACP ve florür vernik uygulanmış dişlerin bağlanma dayanımlarını ölçmüştür. Sonuçlar karşılaştırıldığında Uysal ve ark. (2011)'nin tüm grupların değerleri daha yüksek çıkmıştır. Bunun sebebinin çalışmamızla farklı başlık hareket hızının kullanılmış olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Çalışmamızda 1mm/dk olarak uygulanan başlık hareket hızı – Uysal ve ark. (2011)'nin çalışmasında 0.5mm/dk olarak uygulanmıştır. Bizim çalışmamızdan farklı olarak CPP-ACP kullanılan grupta, kontrol grubundan daha düşük sonuç elde etmiştir. Yapılan bir diğer çalışmada CPP-ACP ile CPP-ACPF kullanılan dişlerin bağlanma dayanımları karşılaştırıldığında, CPP-ACPF'ün CPP-ACP'ye göre daha yüksek bağlanma dayanımı elde ettiği görülmüştür (Keçik ve ark., 2008; Ladhe ve ark., 2014)

Keçik ve ark. (2008) asidüle fosfat florür uygulanmış dişlere CPP-ACP uygulamıştır. Bu çalışmanın sonucunda, florür uygulanmış dişe CPP-ACP uygulandığında kontrol grubundan daha yüksek bir bağlanma dayanımı elde etmiştir. Bu bulgu bizim elde ettiğimiz sonuçlarla örtüşmektedir. AAİ skorları karşılaştırıldığında ise farklı sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Bunun sebebinin yapılan çalışmanın düşük bağlanma dayanım göstermesinden kaynakladığını düşünmekteyiz.

Attin ve ark. (2012) çalışmalarında demineralize ettikleri dişlere yüksek konsantrasyonda florür vernik ve rezin infiltrasyon uygulamışlardır. Çalışmada uygulanan Elmex Fluid, Clinpro White Varnish ve ICON ajanları demineralize gruptan daha yüksek

bağlanma dayanımı elde ederken, kontrol grubundan daha düşük dayanım göstermiştir. Bu sonuçları bizim bulgularımızla karşılaştırdığımızda, kontrol grupları bizim kontrol grubumuzdan daha yüksek (30,8 Mpa – 19,09 Mpa), diğer gruplar ise bizim sonuçlarımızdan daha düşük çıkmıştır. Arada oluşan bu farkın çalışmamızda termal döngü kullanılmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Daneshkazemi ve ark. (2021) sağlam ve demineralize mine yüzeylerine uyguladıkları CPP-ACP, florür vernik ve rezin infiltrasyon (ICON) uygulamalarının braket bağlanmasına etkisini ölçmüşlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında demineralize mine yüzeyine uygulanan ajanların braket bağlanmasını pozitif etkilediği görülürken, uygulanan ajanlar arasında en düşük bağlanma dayanımı gösteren grup florür vernik uygulanmış grup olup, bu sonuç bulgularımızla örtüşmektedir. Resin infiltrasyon uygulanmış grup ile CPP-ACP kullanılan gruplar arasında bağlanma dayanımı açısından önemli bir fark bulunamamıştır. Bu bulgu, çalışmamızdaki sonuçlar açısından benzerlik göstermektedir.

6. SONUÇ

Beyaz nokta lezyonlarının tedavisinde kullanılmakta olan florür vernik, CPP-ACPF ve rezin infiltrasyon yöntemlerinin, ortodontik tedavi amacıyla dişlere yerleştirilen braketlerin, bağlanma dayanımına etkisi, makaslama testinden sonra yüzeyin AAİ sonuçlarının değerlendirildiği çalışmamızda sonuçlar aşağıdaki gibidir;

1- Florür vernik uygulanmış grup en düşük bağlanma dayanımı gösteren grup olurken, elde edilen bağlanma dayanım klinik olarak kabul edilebilir düzeydedir. AAİ skoru olarak yine en düşük skoru elde etmiştir. Elde edilen bu sonuç bağlanma dayanımı sonuçlarını desteklemektedir. Braketler diş yüzeyine tutunamadığından, diğer gruplara göre daha kolay kopma görülmekte bu sebeple diş yüzeyinde daha az artık adeziv izlenmektedir.

2- CPP-ACPF ve rezin infiltrasyon uygulanmış gruplar kontrol grubumuzdan daha yüksek bağlanma dayanımı gösterirken, bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. AAİ skorları yine benzerlik göstermektedir.

3- Demineralizasyon sonrası herhangi bir ajan kullanılmayan grup literatürdeki diğer çalışmalara benzer olarak kontrol grubundan daha düşük bir bağlanma dayanımı elde edilmiştir. Bu grupta elde edilen AAİ skorları neredeyse eşit dağılım göstermiştir.

4- Çalışmamızdaki tüm deney grupları klinik olarak yeterli bağlanma dayanımı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- Aas, J. A., Griffen, A. L., Dardis, S. R., Lee, A. M., Olsen, I., Dewhirst, F. E., Paster, B. J. (2008). Bacteria of dental caries in primary and permanent teeth in children and young adults. *J Clin Microbiol*, 46(4), 1407-1417. doi:10.1128/JCM.01410-07
- Aggarwal, M., Foley, T. F., & Rix, D. (2000). A comparison of shear-peel band strengths of 5 orthodontic cements. *Angle Orthod*, 70(4), 308-316. doi:10.1043/0003-3219(2000)070<0308:ACOSPB>2.0.CO;2
- Ahrari, F., Poosti, M., & Motahari, P. (2012). Enamel resistance to demineralization following Er:YAG laser etching for bonding orthodontic brackets. *Dent Res J (Isfahan)*, 9(4), 472-477.
- Akkurt, M. D., Polat, G. G., Altun, C., & Başak, F. (2010). Beyaz nokta lezyonlarının teşhis ve tedavi yöntemleri. *YAYIN KURALLARI*, 536.
- Alexander, S. A., & Ripa, L. W. (2000). Effects of self-applied topical fluoride preparations in orthodontic patients. *The Angle Orthodontist*, 70(6), 424-430.
- Al-Kawari, H. M., & Al-Jobair, A. M. (2014). Effect of different preventive agents on bracket shear bond strength: in vitro study. *BMC Oral Health*, 14(1), 28. doi:10.1186/1472-6831-14-28
- Angmar-Månsson, B., & Ten Bosch, J. (1987). Optical methods for the detection and quantification of caries. *Advances in Dental Research*, 1(1), 14-20.
- Angmar-Månsson, B., & Ten Bosch, J. (2001). Quantitative light-induced fluorescence (QLF): a method for assessment of incipient caries lesions. *Dentomaxillofacial Radiology*, 30(6), 298-307.
- Angmar-Mansson, B., & ten Bosch, J. J. (1987). Optical methods for the detection and quantification of caries. *Adv Dent Res*, 1(1), 14-20. doi:10.1177/08959374870010010601
- Angmar-Mansson, B., Al-Khateeb, S., & Tranaeus, S. (1996). Monitoring the caries process optical methods for clinical diagnosis and quantification of enamel caries. *European journal of oral sciences*, 104(4), 480-485.

- Angnes, V., Angnes, G., Batistella, M., Grande, R. H., Loguercio, A. D., & Reis, A. (2005). Clinical effectiveness of laser fluorescence, visual inspection and radiography in the detection of occlusal caries. *Caries Res*, 39(6), 490-495. doi:10.1159/000088185
- Arends, J., & Christoffersen, J. (1986). The nature of early caries lesions in enamel. *J Dent Res*, 65(1), 2-11. doi:10.1177/00220345860650010201
- Arends, J., & Schüthof, J. (1975). Fluoride content in human enamel after fluoride application and washing—an in vitro study. *Caries research*, 9(5), 363-372.
- Årtun, J., & Bergland, S. (1984). Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *J American journal of orthodontics*, 85(4), 333-340.
- Årtun, J., & Brobakken, B. O. (1986). Prevalence of carious white spots after orthodontic treatment with multibonded appliances. *The European Journal of Orthodontics*, 8(4), 229-234.
- Attin, R., Ilse, A., Werner, C., Wiegand, A., & Attin, T. (2006). Antimicrobial effectiveness of a highly concentrated chlorhexidine varnish treatment in teenagers with fixed orthodontic appliances. *The Angle orthodontist*, 76(6), 1022-1027.
- Attin, R., Stawarczyk, B., Kecik, D., Knosel, M., Wiechmann, D., & Attin, T. (2012). Shear bond strength of brackets to demineralize enamel after different pretreatment methods. *Angle Orthod*, 82(1), 56-61. doi:10.2319/012311-48.1
- Axelsson, P. (2006). The effect of a needs-related caries preventive program in children and young adults - results after 20 years. *BMC Oral Health*, 6 Suppl 1, S7. doi:10.1186/1472-6831-6-S1-S7
- Azarpazhooh, A., & Main, P. A. (2009). Efficacy of dental prophylaxis (rubber cup) for the prevention of caries and gingivitis: a systematic review of literature. *Br Dent J*, 207(7), E14; discussion 328-329. doi:10.1038/sj.bdj.2009.899
- Bader, J. D., & Shugars, D. A. (2004). A systematic review of the performance of a laser fluorescence device for detecting caries. *The Journal of the American Dental Association*, 135(10), 1413-1426.
- Bader, J. D., Shugars, D. A., & Bonito, A. J. (2001). Systematic reviews of selected dental caries diagnostic and management methods. *Journal of dental education*, 65(10), 960-968.

- Bagher, S. M., Hegazi, F. M., Finkelman, M., Ramesh, A., Gowharji, N., Swee, G., . . . Loo, C. Y. (2018). Radiographic Effectiveness of Resin Infiltration in Arresting Incipient Proximal Enamel Lesions in Primary Molars. *Pediatr Dent*, 40(3), 195-200.
- Banks, P. A., Burn, A., & O'Brien, K. (1997). A clinical evaluation of the effectiveness of including fluoride into an orthodontic bonding adhesive. *European journal of orthodontics*, 19(4), 391-395.
- Banks, P. A., Chadwick, S. M., Asher-McDade, C., & Wright, J. L. (2000). Fluoride-releasing elastomerics--a prospective controlled clinical trial. *Eur J Orthod*, 22(4), 401-407. doi:10.1093/ejo/22.4.401
- Baysal, A., & Uysal, T. (2012). Do enamel microabrasion and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate affect shear bond strength of orthodontic brackets bonded to a demineralized enamel surface? *The Angle Orthodontist*, 82(1), 36-41.
- Baysan, A., Lynch, E., Ellwood, R., Davies, R., Petersson, L., & Borsboom, P. (2001). Reversal of primary root caries using dentifrices containing 5,000 and 1,100 ppm fluoride. *Caries Research*, 35(1), 41-46.
- Bektaş, S., & Turgut, M. (2010). Çocuk Diş Hekimliğinde Çürük Risk Tayini. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 11(3), 109-118.
- Benson, P. (2008). *Evaluation of white spot lesions on teeth with orthodontic brackets*. Paper presented at the Seminars in Orthodontics.
- Benson, P. E., Pender, N., & Higham, S. M. (2003). Quantifying enamel demineralization from teeth with orthodontic brackets—a comparison of two methods. Part 1: repeatability and agreement. *The European Journal of Orthodontics*, 25(2), 149-158.
- Betrissey, E., Rizcalla, N., Krejci, I., & Ardu, S. (2014). Caries diagnosis using light fluorescence devices: VistaProof and DIAGNOdent. *Odontology*, 102(2), 330-335.
- Bin Abdullah, M. S., & Rock, W. (1996). The effect of etch time and debond interval upon the shear bond strength of metallic orthodontic brackets. *British journal of orthodontics*, 23(2), 121-124.
- Bishara, S. E., & Ostby, A. W. (2008). *White spot lesions: formation, prevention, and treatment*. Paper presented at the Seminars in orthodontics.

- Bishara, S. E., Soliman, M., Laffoon, J., & Warren, J. J. (2005). Effect of changing a test parameter on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod*, 75(5), 832-835. doi:10.1043/0003-3219(2005)75[832:EOCATP]2.0.CO;2
- Boersma, J. G., van der Veen, M. H., Lagerweij, M. D., Bokhout, B., & Prahl-Andersen, B. (2005). Caries prevalence measured with QLF after treatment with fixed orthodontic appliances: influencing factors. *Caries Res*, 39(1), 41-47. doi:10.1159/000081655
- Borges, B. C., de Souza Borges, J., de Araujo, L. S., Machado, C. T., Dos Santos, A. J., & de Assuncao Pinheiro, I. V. (2011). Update on nonsurgical, ultraconservative approaches to treat effectively non-cavitated caries lesions in permanent teeth. *Eur J Dent*, 5(2), 229-236.
- Braga, M. M., Mendes, F. M., & Ekstrand, K. R. (2010). Detection activity assessment and diagnosis of dental caries lesions. *Dental Clinics*, 54(3), 479-493.
- Bryant, S., Retief, D. H., Russell, C. M., & Denys, F. R. (1987). Tensile bond strengths of orthodontic bonding resins and attachments to etched enamel. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 92(3), 225-231. doi:10.1016/0889-5406(87)90416-1
- Bulut, H., Kaya, A., & Turkun, M. (2005). Tensile bond strength of brackets after antioxidant treatment on bleached teeth. *The European Journal of Orthodontics*, 27(5), 466-471.
- Buonocore, M. G. (1955). A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*, 34(6), 849-853. doi:10.1177/00220345550340060801
- Buonocore, M. G. (1981). Retrospections on bonding. *Dental Clinics of North America*, 25(2), 241-255.
- Buyukyilmaz, T., Tangugsorn, V., Ogaard, B., Arends, J., Ruben, J., & Rolla, G. (1994). The effect of titanium tetrafluoride (TiF₄) application around orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 105(3), 293-296. doi:10.1016/S0889-5406(94)70124-5
- Cai, F., Shen, P., Morgan, M. V., & Reynolds, E. C. (2003). Remineralization of enamel subsurface lesions in situ by sugar-free lozenges containing casein phosphopeptideamorphous calcium phosphate. *Australian Dental Journal*, 48(4), 240-243.

- Cai, F., Shen, P., Morgan, M., & Reynolds, E. (2003). Remineralization of enamel subsurface lesions in situ by sugar-free lozenges containing casein phosphopeptideamorphous calcium phosphate. *Australian Dental Journal*, 48(4), 240-243.
- Chadwick, S., & Gordon, P. (1995). An Investigation to Estimate the Flouride Uptake Adjacent to a Fluoride-releasing Bonging Agent. *British journal of orthodontics*, 22(2), 113-122.
- Chang, H., Walsh, L., & Freer, T. (1997). Enamel demineralization during orthodontic treatment. Aetiology and prevention. *Australian Dental Journal*, 42(5), 322-327.
- Claude, D., & Firestone, P. (1995). The development of ADHD boys: a 12-year follow-up. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement*, 27(2), 226.
- Cochrane, N. J., & Reynolds, E. C. (2012). Calcium phosphopeptides—mechanisms of action and evidence for clinical efficacy. *Advances in dental research*, 24(2), 41-47.
- Cochrane, N. J., Saranathan, S., Cai, F., Cross, K. J., & Reynolds, E. C. (2008). Enamel subsurface lesion remineralisation with casein phosphopeptide stabilised solutions of calcium, phosphate and fluoride. *Caries Res*, 42(2), 88-97. doi:10.1159/000113161
- Cochrane, N., Cai, F., Huq, N., Burrow, M., & Reynolds, E. (2010). New approaches to enhanced remineralization of tooth enamel. *Journal of dental research*, 89(11), 1187-1197.
- Cossellu, G., Lanteri, V., Butera, A., Laffi, N., Merlini, A., & Farronato, G. (2017). Timing considerations on the shear bond strength of orthodontic brackets after topical fluoride varnish applications. *J Orthod Sci*, 6(1), 11-15. doi:10.4103/2278-0203.197392
- Cossellu, G., Lanteri, V., Butera, A., Sarcina, M., & Farronato, G. (2015). Effects of six different preventive treatments on the shear bond strength of orthodontic brackets: in vitro study. *Acta Biomater Odontol Scand*, 1(1), 13-17. doi:10.3109/23337931.2015.1021351
- Creanor, S., Carruthers, L., Saunders, W., Strang, R., & Foye, R. (1994). Fluoride uptake and release characteristics of glass ionomer cements. *Caries Research*, 28(5), 322-328.
- Cross, K. J., Huq, N. L., & Reynolds, E. C. (2016). Casein phosphopeptide–amorphous calcium phosphate nanocomplexes: a structural model. *Biochemistry*, 55(31), 4316-4325.

- Cross, K. J., Huq, N. L., Bicknell, W., & Reynolds, E. C. (2001). Cation-dependent structural features of β -casein-(1–25). *Biochemical Journal*, 356(1), 277-286.
- Cury, J. A., & Tenuta, L. M. (2009). Enamel remineralization: controlling the caries disease or treating early caries lesions? *Braz Oral Res*, 23 Suppl 1, 23-30. doi:10.1590/s1806-83242009000500005
- Çetin, B., Avşar, A., & Ulusoy, A. T. (2011). Kazein içelikli besinler ve dental ürünler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2011(4), 24-31.
- Daneshkazemi, P., Sadeghian, S., & Khodaei, M. (2021). Shear bond strength of orthodontic brackets on intact and demineralized enamel after application of resin infiltrant, fluoride varnish and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate remineralizing agents: in-vitro study. *Int Orthod*, 19(2), 259-268. doi:10.1016/j.ortho.2021.03.001
- Darby, M. L., & Walsh, M. M. (2003). Dental hygiene theory and practice 2nd ed. *St Louis, MO: Saunders*, 348-359.
- De Jong, E. d. J., Sundström, F., Westerling, H., Tranaeus, S., Ten Bosch, J., & Angmar-Månsson, B. (1995). A new method for in vivo quantification of changes in initial enamel caries with laser fluorescence. *Caries research*, 29(1), 2-7.
- Demito, C. F., Vivaldi-Rodrigues, G., Ramos, A. L., & Bowman, S. J. (2004). The efficacy of a fluoride varnish in reducing enamel demineralization adjacent to orthodontic brackets: an in vitro study. *Orthod Craniofac Res*, 7(4), 205-210. doi:10.1111/j.1601-6343.2004.00305.x
- Dijkman, G., De Vries, J., Lodding, A., & Arends, J. (1993). Long-term fluoride release of visible light-activated composites in vitro: a correlation with in situ demineralisation data. *J Caries research*, 27(2), 117-123.
- Diniz, M. B., Rodrigues, J. A., Hug, I., Cordeiro Rde, C., & Lussi, A. (2009). Reproducibility and accuracy of the ICDAS-II for occlusal caries detection. *Community Dent Oral Epidemiol*, 37(5), 399-404. doi:10.1111/j.1600-0528.2009.00487.x
- DJ, B. O., Peigneur, S., Silva-Goncalves, L. C., Arcisio-Miranda, M., JE, P. W. B., & Tytgat, J. (2018). AbeTx1 Is a Novel Sea Anemone Toxin with a Dual Mechanism of Action on Shaker-Type K(+) Channels Activation. *Mar Drugs*, 16(10). doi:10.3390/md16100360

- Donly, K. J., Istre, S., & Istre, T. (1995). In vitro enamel remineralization at orthodontic band margins cemented with glass ionomer cement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 107(5), 461-464.
- Duggal, M., Toumba, K., Amaechi, B. T., Kowash, M., & Higham, S. (2001). Enamel demineralization in situ with various frequencies of carbohydrate consumption with and without fluoride toothpaste. *Journal of dental research*, 80(8), 1721-1724.
- Edmunds, D., Whittaker, D., & Green, R. (1988). Suitability of human, bovine, equine, and ovine tooth enamel for studies of artificial bacterial carious lesions. *Caries research*, 22(6), 327-336.
- Einwag, J., Hellwig, E., Hotz, P., & Städtler, P. (1995). The relative caries-inhibiting efficacy of amine fluoride and sodium fluoride in compatible dentifrices--Results of a consensus conference. *Quintessence International*, 26(10).
- Ekizer, A., Zorba, Y. O., Uysal, T., & Ayrikcila, S. (2012). Effects of demineralization-inhibition procedures on the bond strength of brackets bonded to demineralized enamel surface. *Korean J Orthod*, 42(1), 17-22. doi:10.4041/kjod.2012.42.1.17
- Ekstrand, K., Ricketts, D., & Kidd, E. (1997). Reproducibility and accuracy of three methods for assessment of demineralization depth on the occlusal surface: an in vitro examination. *Caries research*, 31(3), 224-231.
- Eliades, T., Kakaboura, A., Eliades, G., & Bradley, T. G. (2001). Comparison of enamel colour changes associated with orthodontic bonding using two different adhesives. *The European Journal of Orthodontics*, 23(1), 85-90.
- Farhadian, N., Miresmaeili, A., Eslami, B., & Mehrabi, S. (2008). Effect of fluoride varnish on enamel demineralization around brackets: an in-vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 133(4 Suppl), S95-98. doi:10.1016/j.ajodo.2006.09.050
- Featherstone, J. (2004). The continuum of dental caries—evidence for a dynamic disease process. *Journal of Dental Research*, 83(1_suppl), 39-42.
- Featherstone, J. D. (2000). The science and practice of caries prevention. *J Am Dent Assoc*, 131(7), 887-899. doi:10.14219/jada.archive.2000.0307
- Featherstone, J. D. (2008). Dental caries: a dynamic disease process. *Aust Dent J*, 53(3), 286-291. doi:10.1111/j.1834-7819.2008.00064.x

- Featherstone, J. D. B. (2006). *Delivery challenges for fluoride, chlorhexidine and xylitol*. Paper presented at the BMC Oral Health.
- Featherstone, J. D., & Mellberg, J. R. (1981). Relative rates of progress of artificial carious lesions in bovine, ovine and human enamel. *Caries Res*, 15(1), 109-114. doi:10.1159/000260508
- Fejerskov, O. (1997). Concepts of dental caries and their consequences for understanding the disease. *Community dentistry and oral epidemiology*, 25(1), 5-12.
- Fejerskov, O., & Kidd, E. (2009). *Dental caries: the disease and its clinical management*: John Wiley & Sons.
- Ferreira, J. M., Aragao, A. K., Rosa, A. D., Sampaio, F. C., & Menezes, V. A. (2009). Therapeutic effect of two fluoride varnishes on white spot lesions: a randomized clinical trial. *Braz Oral Res*, 23(4), 446-451. doi:10.1590/s1806-83242009000400015
- Finnema, K. J., Ozcan, M., Post, W. J., Ren, Y., & Dijkstra, P. U. (2010). In-vitro orthodontic bond strength testing: a systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 137(5), 615-622 e613. doi:10.1016/j.ajodo.2009.12.021
- Fischer, J., Zbären, C., Stawarczyk, B., & Hämmerle, C. H. F. (2009). The effect of thermal cycling on metal–ceramic bond strength. *Journal of dentistry*, 37(7), 549-553.
- Fletcher, F. (2013). Pediatric dentistry: infancy through adolescence. *British dental journal*, 214(11), 602-602.
- Forsten, L. (1998). Fluoride release and uptake by glass-ionomers and related materials and its clinical effect. *J Biomaterials*, 19(6), 503-508.
- Frazier, M. C., Southard, T. E., & Doster, P. M. (1996). Prevention of enamel demineralization during orthodontic treatment: an in vitro study using pit and fissure sealants. *American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics*, 110(5), 459-465.
- Frommer, H. H. (2001). *Radiology for dental auxiliaries* (7 ed.): Mosby Incorporated.
- Fu, H., Liang, R., Xiao, Y., & Zhang, X. (2008). Efficacy of Tooth Mousse in reducing enamel demineralization and promoting remineralization. *Hua xi kou qiang yi xue za zhi= Huaxi kouqiang yixue zazhi= West China journal of stomatology*, 26(3), 301-305.

- Geiger, A. M., Gorelick, L., Gwinnett, A. J., & Griswold, P. G. (1988). The effect of a fluoride program on white spot formation during orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics*, 93(1), 29-37.
- Gerrard, W., & Winter, P. (1986). Evaluation of toothpastes by their ability to assist rehardening of enamel in vitro. *Caries research*, 20(3), 209-216.
- Gillgrass, T., Benington, P., Millett, D., Newell, J., & Gilmour, W. (2001). Modified composite or conventional glass ionomer for band cementation? A comparative clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 120(1), 49-53.
- Gillgrass, T., Creanor, S., Foye, R., & Millett, D. (2001). Varnish or polymeric coating for the prevention of demineralization? An ex vivo study. *Journal of orthodontics*, 28(4), 291-295.
- Gonzalez-Cabezas, C., Fontana, M., Dunipace, A., Li, Y., Fischer, G., Proskin, H., & Stookey, G. (1998). Measurement of enamel remineralization using microradiography and confocal microscopy. *Caries research*, 32(5), 385-392.
- Gorelick, L., Geiger, A. M., & Gwinnett, A. J. (1982). Incidence of white spot formation after bonding and banding. *American Journal of Orthodontics*, 81(2), 93-98.
- Goswami, M., Saha, S., & Chaitra, T. (2012). Latest developments in non-fluoridated remineralizing technologies. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 30(1), 2.
- Gulec, A., & Goymen, M. (2019). Assessment of the resin infiltration and CPP-ACP applications before orthodontic brackets bonding. *Dental Materials journal*.
- Guzmán-Armstrong, S., Chalmers, J., & Warren, J. J. (2010). White spot lesions: Prevention and treatment. *American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics*, 138(6), 690-696.
- Hafström-Björkman, U., Sundström, F., de Jong, E. d. J., Oliveby, A., & Angmar-Månsson, B. (1992). Comparison of laser fluorescence and longitudinal microradiography for quantitative assessment of in vitro enamel caries. *Caries research*, 26(4), 241-247.
- Hall, A., & Girkin, J. (2004). A review of potential new diagnostic modalities for caries lesions. *Journal of dental research*, 83(1_suppl), 89-94.

- Hanham, A., & Addy, M. (2001). The effect of chewing sugar-free gum on plaque regrowth at smooth and occlusal surfaces. *Journal of clinical periodontology*, 28(3), 255-257.
- Hannig, M., & Hannig, C. (2010). Nanomaterials in preventive dentistry. *Nature nanotechnology*, 5(8), 565-569.
- Harper, D. S., Osborn, J. C., Hefferren, J. J., & Clayton, R. (1986). Cariostatic evaluation of cheeses with diverse physical and compositional characteristics. *Caries Res*, 20(2), 123-130. doi:10.1159/000260931
- Harris, N. O., & Garcia-Godoy, F. (2004). *Primary preventive dentistry*: Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Hazelrigg, C. O., Dean, J. A., & Fontana, M. (2003). Fluoride varnish concentration gradient and its effect on enamel demineralization. *Pediatr Dent*, 25(2), 119-126.
- Heifetz, S., Mellberg, J., Winter, S., & Doyle, J. (1970). In-vivo fluoride uptake by enamel of teeth of human adults from various topical fluoride procedures. *Archives of oral biology*, 15(12), 1171-1181.
- Heymann, G. C., & Grauer, D. (2013). A contemporary review of white spot lesions in orthodontics. *J Esthet Restor Dent*, 25(2), 85-95. doi:10.1111/jerd.12013
- Hicks, M. J., Silverstone, L. M., & Flaitz, C. M. (1984). A scanning electron microscopic and polarised light study of acid etching of caries like lesions in human enamel treated with sodium fluoride in-vitro. *Arch Oral Biol*, 29, 765-772.
- Holt, C., Timmins, P. A., Errington, N., & Leaver, J. (1998). A core-shell model of calcium phosphate nanoclusters stabilized by beta-casein phosphopeptides, derived from sedimentation equilibrium and small-angle X-ray and neutron-scattering measurements. *Eur J Biochem*, 252(1), 73-78. doi:10.1046/j.1432-1327.1998.2520073.x
- Horuztepe, S. A., & Baseren, M. (2017). Effect of resin infiltration on the color and microhardness of bleached white-spot lesions in bovine enamel (an in vitro study). *J Esthet Restor Dent*, 29(5), 378-385. doi:10.1111/jerd.12308
- Hotz, P. (1977). The bonding of glass-ionomer cements to metal and tooth substrates. *Br Dent J*, 142, 41-47.

- Huysmans, M.-C. D., Longbottom, C., & Pitts, N. (1998). Electrical methods in occlusal caries diagnosis: An in vitro comparison with visual inspection and bite-wing radiography. *Caries research*, 32(5), 324-329.
- Ismail, A. (2004). Visual and visuo-tactile detection of dental caries. *Journal of dental research*, 83(1_suppl), 56-66.
- Ismail, A. I. (1997). Clinical diagnosis of precavitated carious lesions. *Community dentistry and oral epidemiology*, 25(1), 13-23.
- Ismail, A. I., Sohn, W., Tellez, M., Amaya, A., Sen, A., Hasson, H., & Pitts, N. B. (2007). The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol*, 35(3), 170-178. doi:10.1111/j.1600-0528.2007.00347.x
- Itthagarun, A., King, N. M., Yiu, C., & Dawes, C. (2005). The effect of chewing gums containing calcium phosphates on the remineralization of artificial caries-like lesions in situ. *Caries Res*, 39(3), 251-254. doi:10.1159/000084806
- Jablonski-Momeni, A., Stachniss, V., Ricketts, D. N., Heinzl-Gutenbrunner, M., & Pieper, K. (2008). Reproducibility and accuracy of the ICDAS-II for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Res*, 42(2), 79-87. doi:10.1159/000113160
- Jayarajan, J., Janardhanam, P., & Jayakumar, P. (2011). Efficacy of CPP-ACP and CPP-ACPF on enamel remineralization-An in vitro study using scanning electron microscope and DIAGNOdent®. *Indian journal of dental research*, 22(1), 77.
- Jham, A. C. (2010). *The efficacy of Novamin powered technology Oravive and TopexRenew, Crest and Prevident 5000 Plus in preventing enamel demineralization and white spot lesion formation*. (Masters), Univ of Iowa, Iowa City, Iowa.
- John, M. K., Babu, A., & Gopinathan, A. S. (2015). Incipient caries: an early intervention approach. *International Journal of Community Medicine Public Health* 2(1), 10.
- Julien, K. C., Buschang, P. H., & Campbell, P. M. (2013). Prevalence of white spot lesion formation during orthodontic treatment. *Angle Orthod*, 83(4), 641-647. doi:10.2319/071712-584.1

- Jurubeba, J. E. P., Costa, A. R., Correr-Sobrinho, L., Tubel, C. A. M., Correr, A. B., Vedovello, S. A., Vedovello, M. F. (2017). Influence of Thermal Cycles Number on Bond Strength of Metallic Brackets to Ceramic. *Braz Dent J*, 28(2), 206-209. doi:10.1590/0103-6440201701217
- Karabekiroğlu, S., Yılmaz, M., İleri, Z., & Nimet, Ü. (2015). Sabit Ortodontik Tedavide Beyaz Nokta Lezyonları ve Güncel Önleme Yöntemleri–Derleme. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 25, 88-96.
- Keçik, D., Cehreli, S. B., Şar, Ç., & Ünver, B. (2008). Effect of acidulated phosphate fluoride and casein phosphopeptide–amorphous calcium phosphate application on shear bond strength of orthodontic brackets. *The Angle Orthodontist*, 78(1), 129-133.
- Kılınç, G., Çetin, M., & Ellidokuz, H. (2015). Çocuklarda Tükürük Akım Oranı ve pH ile Diş Çürüğü İlişkisi. *J Pediatr Res*, 2, 87-91.
- Kidd, E., & Fejerskov, O. (2004). What constitutes dental caries? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms. *Journal of dental research*, 83(1_suppl), 35-38.
- Kielbassa, A. M., Mueller, J., & Gernhardt, C. R. (2009). Closing the gap between oral hygiene and minimally invasive dentistry: a review on the resin infiltration technique of incipient (proximal) enamel lesions. *Quintessence international*, 40(8).
- Kim, Y., Son, H. H., Yi, K., Kim, H. Y., Ahn, J., & Chang, J. (2013). The color change in artificial white spot lesions measured using a spectroradiometer. *Clinical oral investigations*, 17(1), 139-146.
- Kimura, T., Dunn, W. J., & Taloumis, L. J. (2004). Effect of fluoride varnish on the in vitro bond strength of orthodontic brackets using a self-etching primer system. *American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics*, 125(3), 351-356.
- Koga, H., KAMEYAMA, A., Matsukubo, T., HIRAI, Y., & TAKAESU, Y. (2004). Comparison of short-term in vitro fluoride release and recharge from four different types of pit-and-fissure sealants. *The Bulletin of Tokyo Dental College*, 45(3), 173-179.
- Korkut, B., Korkut, D., Yanikoglu, F., & Tagtekin, D. (2017). Clinical assessment of demineralization and remineralization surrounding orthodontic brackets with FluoreCam. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(4), 373-377.

- Korkut, B., Tağtekin, D. A., & Yanıkoğlu, F. (2011). Diş çürüklerinin erken teşhisi ve teşhiste yeni yöntemler: QLF, Diagnodent, Elektriksel İletkenlik ve Ultrasonik Sistem. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 32, 55-67.
- Koulourides, T., Cueto, H., & Pigman, W. (1961). Rehardening of softened enamel surfaces of human teeth by solutions of calcium phosphates. *Nature*, 189(4760), 226-227. doi:10.1038/189226a0
- Kuvvetli, S. S., & Sandallı, N. (2006). Sabit Ortodontik Tedavi Gören Hastalarda Ağız Hijyeninin Sağlanması ve Diş Çürüklerinin Önlenmesi. *Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 27(2), 135-144.
- Kühnisch, J., Goddon, I., Berger, S., Senkel, H., Bücher, K., Oehme, T., . . . Heinrich-Weltzien, R. (2009). Development, methodology and potential of the new Universal Visual Scoring System (UniViSS) for caries detection and diagnosis. *International journal of environmental research public health*, 6(9), 2500-2509.
- Ladhe, K. A., Sastri, M. R., Madaan, J. B., & Vakil, K. K. (2014). Effect of remineralizing agents on bond strength of orthodontic brackets: an in vitro study. *Progress in orthodontics*, 15(1), 1-8.
- Larsen, M. J. (1986). The nature of early caries lesions in enamel. *J Dent Res*, 65(7), 1030-1031. doi:10.1177/00220345860650070801
- Leibrock, A., Degenhart, M., Behr, M., Rosentritt, M., & Handel, G. (1999). In vitro study of the effect of thermo- and load-cycling on the bond strength of porcelain repair systems. *J Oral Rehabil*, 26(2), 130-137. doi:10.1046/j.1365-2842.1999.00346.x
- Llena, C., Leyda, A., & Forner, L. (2015). CPP-ACP and CPP-ACFP versus fluoride varnish in remineralisation of early caries lesions. A prospective study. *Eur J Paediatr Dent*, 16(3), 181-186.
- Loesche, W. J. (1986). Role of Streptococcus mutans in human dental decay. *Microbiological reviews*, 50(4), 353.
- Lovrov, S., Hertrich, K., & Hirschfelder, U. (2007). Enamel demineralization during fixed orthodontic treatment—incidence and correlation to various oral-hygiene parameters. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*, 68(5), 353-363.

- Lucchese, A., & Gherlone, E. (2013). Prevalence of white-spot lesions before and during orthodontic treatment with fixed appliances. *European journal of orthodontics*, 35(5), 664-668.
- Lussi, A. (1991). Validity of diagnostic and treatment decisions of fissure caries. *Caries Res*, 25(4), 296-303. doi:10.1159/000261380
- Lussi, A., Hellwig, E., & Klimek, J. (2012). Fluorides - mode of action and recommendations for use. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 122(11), 1030-1042.
- Lynch, R., & Ten Cate, J. (2006). The effect of lesion characteristics at baseline on subsequent de-and remineralisation behaviour. *Caries research*, 40(6), 530-535.
- Mandava, J., Reddy, Y. S., Kantheti, S., Chalasani, U., Ravi, R. C., Borugadda, R., & Konagala, R. K. (2017). Microhardness and Penetration of Artificial White Spot Lesions Treated with Resin or Colloidal Silica Infiltration. *J Clin Diagn Res*, 11(4), ZC142-ZC146. doi:10.7860/JCDR/2017/25512.9706
- Marinho, V. C. (2009). Cochrane reviews of randomized trials of fluoride therapies for preventing dental caries. *Eur Arch Paediatr Dent*, 10(3), 183-191. doi:10.1007/BF03262681
- Marsh, P. D. (2003). Are dental diseases examples of ecological catastrophes? *Microbiology*, 149(2), 279-294.
- Marshall, T. A. (2009). Chairside diet assessment of caries risk. *The Journal of the American Dental Association*, 140(6), 670-674.
- Martignon, S., Ekstrand, K. R., Gomez, J., Lara, J. S., & Cortes, A. (2012). Infiltrating/sealing proximal caries lesions: a 3-year randomized clinical trial. *J Dent Res*, 91(3), 288-292. doi:10.1177/0022034511435328
- Mattick, C., Mitchell, L., Chadwick, S., & Wright, J. (2001). Fluoride-releasing elastomeric modules reduce decalcification: a randomized controlled trial. *Journal of orthodontics*, 28(3), 217-220.
- Meckel, A. H. (1968). The nature and importance of organic deposits on dental enamel. *Caries Res*, 2(2), 104-114. doi:10.1159/000259549
- Mellberg, J. (1992). Hard-tissue substrates for evaluation of cariogenic and anti-cariogenic activity in situ. *Journal of dental research*, 71(3_suppl), 913-919.

- Mewman, G. (1964). Bonding plastic orthodontic attachments to tooth enamel. *JNJ Dent Soc*, 35, 346-358.
- Mews, L., Kern, M., Ciesielski, R., Fischer-Brandies, H., & Koos, B. (2015). Shear bond strength of orthodontic brackets to enamel after application of a caries infiltrant. *The Angle Orthodontist*, 85(4), 645-650.
- Meyer-Lueckel, H., & Paris, S. (2008a). Improved resin infiltration of natural caries lesions. *J Dent Res*, 87(12), 1112-1116. doi:10.1177/154405910808701201
- Meyer-Lueckel, H., & Paris, S. (2008b). Progression of artificial enamel caries lesions after infiltration with experimental light curing resins. *Caries Res*, 42(2), 117-124. doi:10.1159/000118631
- Meyer-Lueckel, H., & Paris, S. (2010). Infiltration of natural caries lesions with experimental resins differing in penetration coefficients and ethanol addition. *Caries Res*, 44(4), 408-414. doi:10.1159/000318223
- Meyer-Lueckel, H., Paris, S., & Kielbassa, A. M. (2007). Surface layer erosion of natural caries lesions with phosphoric and hydrochloric acid gels in preparation for resin infiltration. *Caries Res*, 41(3), 223-230. doi:10.1159/000099323
- Miller, J. R., Mancl, L., Arbuckle, G., Baldwin, J., & Phillips, R. W. (1996). A three-year clinical trial using a glass ionomer cement for the bonding of orthodontic brackets. *The Angle Orthodontist*, 66(4), 309-312.
- Millett, D. T., & McCabe, J. F. (1996). Orthodontic bonding with glass ionomer cement--a review. *Eur J Orthod*, 18(4), 385-399. doi:10.1093/ejo/18.4.385
- Millett, D., & Gordon, P. (1994). A 5-year clinical review of bond failure with a no-mix adhesive (Right on®). *The European Journal of Orthodontics*, 16(3), 203-211.
- Millett, D., Nunn, J., Welbury, R., & Gordon, P. (1999). Decalcification in relation to brackets bonded with glass ionomer cement or a resin adhesive. *The Angle orthodontist*, 69(1), 65-70.
- Mitchell, L. (1992). Decalcification during orthodontic treatment with fixed appliances—an overview. *British journal of orthodontics*, 19(3), 199-205.
- Mizrahi, E. (1982). Enamel demineralization following orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics*, 82(1), 62-67.

- Moshonov, J., Stabholz, A., Bar-Hilel, R., & Peretz, B. (2005). Chemical analysis and surface morphology of enamel and dentin following 9.6 μ CO₂ laser irradiation versus high speed drilling. *Journal of dentistry*, 33(5), 427-432.
- Moura, J. S., Rodrigues, L. K., Del Bel Cury, A. A., Lima, E. M., & Garcia, R. M. (2004). Influence of storage solution on enamel demineralization submitted to pH cycling. *J Appl Oral Sci*, 12(3), 205-208. doi:10.1590/s1678-77572004000300008
- Nalbantgil, D., Oztoprak, M. O., Cakan, D. G., Bozkurt, K., & Arun, T. (2013). Prevention of demineralization around orthodontic brackets using two different fluoride varnishes. *European journal of dentistry*, 7(01), 041-047.
- Nelson, D. G., Featherstone, J. D., Duncan, J. F., & Cutress, T. W. (1983). Effect of carbonate and fluoride on the dissolution behaviour of synthetic apatites. *Caries Res*, 17(3), 200-211. doi:10.1159/000260668
- Newman, G. V. (1978). A posttreatment survey of direct bonding of metal brackets. *Am J Orthod*, 74(2), 197-206. doi:10.1016/0002-9416(78)90085-4
- Ng, S. Y., Ferguson, M. W., Payne, P. A., & Slater, P. (1988). Ultrasonic studies of unblemished and artificially demineralized enamel in extracted human teeth: a new method for detecting early caries. *J Dent*, 16(5), 201-209. doi:10.1016/0300-5712(88)90070-x
- Nguyen, D. H., & Martin, J. T. (2008). Common dental infections in the primary care setting. *Am Fam Physician*, 77(6), 797-802.
- Novaes, T., Matos, R., Braga, M., Imparato, J., Raggio, D., & Mendes, F. (2009). Performance of a pen-type laser fluorescence device and conventional methods in detecting approximal caries lesions in primary teeth—in vivo study. *Caries Research*, 43(1), 36-42.
- Nyvad, B., Machiulskiene, V., & Baelum, V. (1999). Reliability of a new caries diagnostic system differentiating between active and inactive caries lesions. *Caries Res*, 33(4), 252-260. doi:10.1159/000016526
- O'Brien, K. D., Read, M. J., Sandison, R. J., & Roberts, C. T. (1989). A visible light-activated direct-bonding material: an in vivo comparative study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 95(4), 348-351. doi:10.1016/0889-5406(89)90169-8

- Øgaard, B. (1989). 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 Dentofacial Orthopedics* 96(5), 423-427.
- Øgaard, B. (2008). *White spot lesions during orthodontic treatment: mechanisms and fluoride preventive aspects*. Paper presented at the Seminars in orthodontics.
- Øgaard, B., & Fjeld, M. (2010). *The enamel surface and bonding in orthodontics*. Paper presented at the Seminars in orthodontics.
- Øgaard, B., & Ten Bosch, J. J. (1994). Regression of white spot enamel lesions. A new optical method for quantitative longitudinal evaluation in vivo. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 106(3), 238-242.
- Øgaard, B., Arends, J., Schuthof, J., Rølla, G., Ekstrand, J., & Oliveby, A. (1986). Action of fluoride on initiation of early enamel caries in vivo. *Caries research*, 20(3), 270-277.
- Øgaard, B., Duschner, H., Ruben, J., & Arends, J. (1996). Microradiography and confocal laser scanning microscopy applied to enamel lesions formed in vivo with and without fluoride varnish treatment. *European journal of oral sciences*, 104(4), 378-383.
- Øgaard, B., Larsson, E., Glans, R., Henriksson, T., & Birkhed, D. (1997). Antimicrobial effect of a chlorhexidine-thymol varnish (Cervitec) in orthodontic patients. A prospective, randomized clinical trial. *Journal of orofacial orthopedics= Fortschritte der Kieferorthopädie: Organ/official journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie*, 58(4), 206-213.
- Øgaard, B., Larsson, E., Henriksson, T., Birkhed, D., & Bishara, S. E. (2001). Effects of combined application of antimicrobial and fluoride varnishes in orthodontic patients. *American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics*, 120(1), 28-35.
- Øgaard, B., Rezk-Lega, F., Ruben, J., & Arends, J. (1992). Cariostatic effect and fluoride release from a visible light-curing adhesive for bonding of orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics*, 101(4), 303-307.
- Øgaard, B., Rølla, G., & Arends, J. (1988). Orthodontic appliances and enamel demineralization: Part 1. Lesion development. *American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics*, 94(1), 68-73.

- O'Reilly, M. M., & Featherstone, J. D. (1987). Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: an in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 92(1), 33-40. doi:10.1016/0889-5406(87)90293-9
- O'reilly, M., & Featherstone, J. (1987). Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: an in vivo study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 92(1), 33-40.
- Paris, S., & Meyer-Lueckel, H. (2010a). Infiltrants inhibit progression of natural caries lesions in vitro. *J Dent Res*, 89(11), 1276-1280. doi:10.1177/0022034510376040
- Paris, S., & Meyer-Lueckel, H. (2010b). Inhibition of caries progression by resin infiltration in situ. *Caries Res*, 44(1), 47-54. doi:10.1159/000275917
- Paris, S., Hopfenmuller, W., & Meyer-Lueckel, H. (2010). Resin infiltration of caries lesions: an efficacy randomized trial. *J Dent Res*, 89(8), 823-826. doi:10.1177/0022034510369289
- Paris, S., Meyer-Lueckel, H., & Kielbassa, A. M. (2007). Resin infiltration of natural caries lesions. *J Dent Res*, 86(7), 662-666. doi:10.1177/154405910708600715
- Paris, S., Meyer-Lueckel, H., Colfen, H., & Kielbassa, A. M. (2007). Resin infiltration of artificial enamel caries lesions with experimental light curing resins. *Dent Mater J*, 26(4), 582-588. doi:10.4012/dmj.26.582
- Park, S.-Y., Cha, J.-Y., Kim, K.-N., & Hwang, C.-J. (2013). The effect of casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate on the in vitro shear bond strength of orthodontic brackets. *Korean journal of orthodontics*, 43(1), 23.
- Pascotto, R. C., de Lima Navarro, M. F., Capellozza Filho, L., & Cury, J. A. (2004). In vivo effect of a resin-modified glass ionomer cement on enamel demineralization around orthodontic brackets. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 125(1), 36-41.
- Peers, A., Hill, F., Mitropoulos, C., & Holloway, P. (1993). Validity and reproducibility of clinical examination, fibre-optic transillumination, and bite-wing radiology for the diagnosis of small approximal carious lesions: an in vitro study. *Caries research*, 27(4), 307-311.

- Peker, K., & Bermek, G. (2008). Diş Çürüklerinin Etiyolojisinde E ve Önlenmesinde Fermente Olabilen Karbonhidratların Önemi. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 42(3-4), 1-9.
- Petersson, L., Twetman, S., Dahlgren, H., Norlund, A., Holm, A. K., Nordenram, G., . . . Mejäre, I. (2004). Professional fluoride varnish treatment for caries control: a systematic review of clinical trials. *Acta Odontologica Scandinavica*, 62(3), 170-176.
- Phark, J. H., Duarte, S., Jr., Meyer-Lueckel, H., & Paris, S. (2009). Caries infiltration with resins: a novel treatment option for interproximal caries. *Compend Contin Educ Dent*, 30 Spec No 3, 13-17.
- Phillips, R. W., & Swartz, M. L. (1948). Effect of fluorides on hardness of tooth enamel. *The Journal of the American Dental Association*, 37(1), 1-13.
- Pine, C. (1996). Fiber-optic transillumination (FOTI) in caries diagnosis. *Early Detection of Dental Caries I*, 51-65.
- Pithon, M. M., Dos Santos, M. J., Andrade, C. S., Leão Filho, J. C. B., Braz, A. K. S., de Araujo, R. E., . . . Maia, L. C. (2015). Effectiveness of varnish with CPP-ACP in prevention of caries lesions around orthodontic brackets: an OCT evaluation. *European journal of orthodontics*, 37(2), 177-182.
- Pitts, N., & Stamm, J. (2004). International Consensus Workshop on Caries Clinical Trials (ICW-CCT)—final consensus statements: agreeing where the evidence leads. *Journal of Dental Research*, 83(1_suppl), 125-128.
- PJ, C. R., & JC, W. (2000). *Preventive Dental Materials*. In: *Dental Materials 8th Ed.* (Vol. 8th Edition). St Louis, Missouri.
- Prasada, K. L., Penta, P. K., & Ramya, K. M. (2018). Spectrophotometric evaluation of white spot lesion treatment using novel resin infiltration material (ICON®). *Journal of conservative dentistry: JCD*, 21(5), 531.
- Pretty, I. A. (2006). Caries detection and diagnosis: novel technologies. *Journal of dentistry*, 34(10), 727-739.
- Reynolds, E. (1999). Advances in enamel remineralisation: casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *Clin Dent*, 10, 86-88.

- Reynolds, E. C. (1987). The prevention of sub-surface demineralization of bovine enamel and change in plaque composition by casein in an intra-oral model. *J Dent Res*, 66(6), 1120-1127. doi:10.1177/00220345870660060601
- Reynolds, E. C. (1997). Remineralization of enamel subsurface lesions by casein phosphopeptide-stabilized calcium phosphate solutions. *J Dent Res*, 76(9), 1587-1595. doi:10.1177/00220345970760091101
- Reynolds, E. C. (1998). Anticariogenic complexes of amorphous calcium phosphate stabilized by casein phosphopeptides: a review. *Spec Care Dentist*, 18(1), 8-16. doi:10.1111/j.1754-4505.1998.tb01353.x
- Reynolds, E. C., Cai, F., Cochrane, N. J., Shen, P., Walker, G. D., Morgan, M. V., & Reynolds, C. (2008). Fluoride and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *J Dent Res*, 87(4), 344-348. doi:10.1177/154405910808700420
- Reynolds, E. C., Cain, C. J., Webber, F. L., Black, C. L., Riley, P. F., Johnson, I. H., & Perich, J. W. (1995). Anticariogenicity of calcium phosphate complexes of tryptic casein phosphopeptides in the rat. *J Dent Res*, 74(6), 1272-1279. doi:10.1177/00220345950740060601
- Reynolds, I. (1975). A review of direct orthodontic bonding. *British journal of orthodontics*, 2(3), 171-178.
- Roberson, T., & Lundeen, T. (1995). Cariology: The lesion, etiology, prevention and control. *Sturdevant's art science of operative dentistry* 3, 60-128.
- Roberson, T., Heymann, H. O., & Swift Jr, E. J. (2006). *Sturdevant's art and science of operative dentistry*: Elsevier Health Sciences.
- Robertson, M. A., Kau, C. H., English, J. D., Lee, R. P., Powers, J., & Nguyen, J. T. (2011). MI Paste Plus to prevent demineralization in orthodontic patients: a prospective randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 140(5), 660-668. doi:10.1016/j.ajodo.2010.10.025
- Robinson, C., Brookes, S. J., Kirkham, J., Wood, S. R., & Shore, R. C. (2001). In vitro studies of the penetration of adhesive resins into artificial caries-like lesions. *Caries research*, 35(2), 136-141.

- Robinson, C., Shore, R. C., Brookes, S. J., Strafford, S., Wood, S. R., & Kirkham, J. (2000). The chemistry of enamel caries. *Crit Rev Oral Biol Med*, 11(4), 481-495. doi:10.1177/10454411000110040601
- Romano, F. L., Tavares, S. W., Nouer, D. F., Consani, S., & Magnani, M. B. B. A. (2005). Shear bond strength of metallic orthodontic brackets bonded to enamel prepared with self-etching primer. *The Angle Orthodontist*, 75(5), 849-853.
- Roopa, K., Pathak, S., Poornima, P., & Neena, I. (2015). White spot lesions: A literature review. *Journal of Pediatric Dentistry*, 3(1), 1-7. doi:10.4103/2321-6646.151839
- Rosenbloom, R. G., & Tinanoff, N. (1991). Salivary Streptococcus mutans levels in patients before, during, and after orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics* 100(1), 35-37.
- Schmit, J. L., Staley, R. N., Wefel, J. S., Kanellis, M., Jakobsen, J. R., & Keenan, P. J. (2002). Effect of fluoride varnish on demineralization adjacent to brackets bonded with RMGI cement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 122(2), 125-134. doi:10.1067/mod.2002.126595
- Schneiderman, A., Elbaum, M., Shultz, T., Keem, S., Greenebaum, M., & Driller, J. (1997). Assessment of dental caries with digital imaging fiber-optic transillumination (DIFOTITM): in vitro Study. *Caries Research*, 31(2), 103-110.
- Selwitz, R. H., Ismail, A. I., & Pitts, N. B. (2007). Dental caries. *Lancet*, 369(9555), 51-59. doi:10.1016/S0140-6736(07)60031-2
- Senestraro, S. V., Crowe, J. J., Wang, M., Vo, A., Huang, G., Ferracane, J., & Covell, D. A., Jr. (2013). Minimally invasive resin infiltration of arrested white-spot lesions: a randomized clinical trial. *J Am Dent Assoc*, 144(9), 997-1005. doi:10.14219/jada.archive.2013.0225
- Sengun, A., Sari, Z., Ramoglu, S. I., Malkoç, S., & Duran, I. (2004). Evaluation of the dental plaque pH recovery effect of a xylitol lozenge on patients with fixed orthodontic appliances. *The Angle Orthodontist*, 74(2), 240-244.
- Seppä, L. (1991). Studies of fluoride varnishes in Finland. *Proceedings of the Finnish Dental Society. Suomen Hammaslaakariseuran toimituksia*, 87(4), 541-547.
- Shaw, J. H. (1950). Effects of dietary composition on tooth decay in the albino rat. *J Nutr*, 41(1), 13-24. doi:10.1093/jn/41.1.13

- Sheen, D. H., Wang, W. N., & Tarng, T. H. (1993). Bond strength of younger and older permanent teeth with various etching times. *The Angle Orthodontist*, 63(3), 225-230.
- Shen, P., Bagheri, R., Walker, G. D., Yuan, Y., Stanton, D. P., Reynolds, C., & Reynolds, E. C. (2016). Effect of calcium phosphate addition to fluoride containing dental varnishes on enamel demineralization. *Aust Dent J*, 61(3), 357-365. doi:10.1111/adj.12385
- Shen, P., Cai, F., Nowicki, A., Vincent, J., & Reynolds, E. C. (2001). Remineralization of enamel subsurface lesions by sugar-free chewing gum containing casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *J Dent Res*, 80(12), 2066-2070. doi:10.1177/00220345010800120801
- Silva, M. F., Burgess, R. C., Sandham, H. J., & Jenkins, G. N. (1987). Effects of water-soluble components of cheese on experimental caries in humans. *J Dent Res*, 66(1), 38-41. doi:10.1177/00220345870660010801
- Sonesson, M., Bergstrand, F., Gizani, S., & Twetman, S. (2017). Management of post-orthodontic white spot lesions: an updated systematic review. *Eur J Orthod*, 39(2), 116-121. doi:10.1093/ejo/cjw023
- Soyman, M., Sirin, S., & Akinci, T. (1984). Determination of enamel fluoride concentration by mathematical calculations of demineralized tooth enamel. *J Marmara Univ Dent Fac*, 1, 17-27.
- Staudt, C. B., Lussi, A., Jacquet, J., & Kiliaridis, S. (2004). White spot lesions around brackets: in vitro detection by laser fluorescence. *European journal of oral sciences*, 112(3), 237-243.
- Stecksén-Blicks, C., Renfors, G., Oscarson, N., Bergstrand, F., & Twetman, S. (2007). Caries-preventive effectiveness of a fluoride varnish: a randomized controlled trial in adolescents with fixed orthodontic appliances. *Caries research*, 41(6), 455-459.
- Stookey, G. K., Jackson, R. D., Zandona, A., & Analoui, M. (1999). Dental caries diagnosis. *Dental Clinics of North America*, 43(4), 665-677, vi.
- Sudjalim, T. R., Woods, M. G., Manton, D. J., & Reynolds, E. C. (2007). Prevention of demineralization around orthodontic brackets in vitro. *J American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics* 131(6), 705. e701-705. e709.
- Suge, T., Ishikawa, K., Kawasaki, A., Yoshiyama, M., Asaoka, K., & Ebisu, S. (1995). Duration of dentinal tubule occlusion formed by calcium phosphate precipitation

method: in vitro evaluation using synthetic saliva. *Journal of Dental Research*, 74(10), 1709-1714.

- Sukontapatipark, W., El-Agroudi, M. A., Selliseth, N. J., Thunold, K., & Selvig, K. A. (2001). Bacterial colonization associated with fixed orthodontic appliances. A scanning electron microscopy study. *The European Journal of Orthodontics*, 23(5), 475-484.
- Tabrizi, A., & Cakirer, B. J. T. E. J. o. O. (2011). A comparative evaluation of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate and fluoride on the shear bond strength of orthodontic brackets. 33(3), 282-287.
- Tağtekin, D., Bilgin, G., & Yanıkoğlu, F. (2014). Başlangıç Çürüklerinin Remineralizasyonu ve Güncel Gelişmeler. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences Special Topics*, 5(3), 30-42.
- Tazegül, S., Bodrumlu, E., Erten, H., Erten, D., & Kasap, R. (2004). Kalsiyum fosfat içerikli cikletlerin tükürük kalsiyum ve fosfat konsantrasyonları ile tükürük pH ve akış hızına etkileri. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 21(1), 1-5.
- ten Cate, J. M. (1999). Current concepts on the theories of the mechanism of action of fluoride. *Acta Odontol Scand*, 57(6), 325-329. doi:10.1080/000163599428562
- ten Cate, J. M., & Featherstone, J. D. (1991). Mechanistic aspects of the interactions between fluoride and dental enamel. *Crit Rev Oral Biol Med*, 2(3), 283-296. doi:10.1177/10454411910020030101
- Ten Cate, J., & Duijsters, P. (1983). Influence of fluoride in solution on tooth demineralization. *Caries Research*, 17(3), 193-199.
- Tezvergil, A., Lassila, L. V. J., & Vallittu, P. K. (2003). Composite-composite repair bond strength: effect of different adhesion primers. *Journal of dentistry*, 31(8), 521-525.
- Todd, M. A., Staley, R. N., Kanellis, M. J., Donly, K. J., & Wefel, J. S. (1999). Effect of a fluoride varnish on demineralization adjacent to orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics*, 116(2), 159-167.
- Tufekci, E., Dixon, J. S., Gunsolley, J. C., & Lindauer, S. J. (2011). Prevalence of white spot lesions during orthodontic treatment with fixed appliances. *Angle Orthod*, 81(2), 206-210. doi:10.2319/051710-262.1

- Turner, P. (1993). The clinical evaluation of a fluoride-containing orthodontic bonding material. *British journal of orthodontics*, 20(4), 307-313.
- Uysal, T., Amasyali, M., & Koyuturk, A. (2009). Ortodontide beyaz nokta lezyonları ve güncel teşhis, korunma ve Tedavi yaklaşımları. *Cumhuriyet Dental Journal*, 12(2), 152-161.
- Uysal, T., Baysal, A., Uysal, B., Aydınbelge, M., & Al-Qunaian, T. (2011). Do fluoride and casein phosphopeptide–amorphous calcium phosphate affect shear bond strength of orthodontic brackets bonded to a demineralized enamel surface? *The Angle Orthodontist*, 81(3), 490-495.
- Vaarkamp, J., Ten Bosch, J., & Verdonchot, E. (1995). Propagation of light through human dental enamel and dentine. *Caries Research*, 29(1), 8-13.
- Valk, J., & Davidson, C. (1987). The relevance of controlled fluoride release with bonded orthodontic appliances. *Journal of Dentistry*, 15(6), 257-260.
- Vivaldi-Rodrigues, G., Demito, C. F., Bowman, S. J., & Ramos, A. L. (2006). The effectiveness of a fluoride varnish in preventing the development of white spot lesions. *World journal of orthodontics*, 7(2).
- Walker, G., Cai, F., Shen, P., Reynolds, C., Ward, B., Fone, C., . . . Reynolds, E. J. T. J. o. d. r. (2006). Increased remineralization of tooth enamel by milk containing added casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. 73(1), 74.
- Wei, S., & Yiu, C. (1993). Evaluation of the use of topical fluoride gel. *Caries research*, 27(Suppl. 1), 29-34.
- Wenderoth, C. J., Weinstein, M., & Borislow, A. J. (1999). Effectiveness of a fluoride-releasing sealant in reducing decalcification during orthodontic treatment. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 116(6), 629-634.
- Williams, J., Billington, R., & Pearson, G. J. J. o. o. r. (2001). A long term study of fluoride release from metal-containing conventional and resin-modified glass–ionomer cements. 28(1), 41-47.
- Willmot, D. R. (2004). White lesions after orthodontic treatment: does low fluoride make a difference? *Journal of orthodontics*, 31(3), 235-242.

- Yadav, M., Bagga, S. K., Jain, P., & Singh, H. (2014). White Spot Lesions–Revisited. *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research*, 2(4).
- Yanikoğlu, F. Ç., Öztürk, F., Hayran, O., Analoui, M., & Stookey, G. (2000). Detection of natural white spot caries lesions by an ultrasonic system. *Caries Research*, 34(3), 225-232.
- Yeğin, Z., & Tosun, G. (2013). Diş Hekimliğinde Ozon ve Kullanım Alanları. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 23(1), 116-122.
- Yetkiner, E., Wegehaupt, F., Wiegand, A., Attin, R., & Attin, T. (2014). Colour improvement and stability of white spot lesions following infiltration, micro-abrasion, or fluoride treatments in vitro. *Eur J Orthod*, 36(5), 595-602. doi:10.1093/ejo/cjt095
- Young, D. A., Kutsch, V. K., & Whitehouse, J. (2009). A clinician's guide to CAMBRA: a simple approach. *Compend Contin Educ Dent*, 30(2), 92-94, 96, 98, passim.
- Zabokova-Bilbilova, E., Popovska, L., Kapusevska, B., & Stefanovska, E. J. P. (2014). White spot lesions: prevention and management during the orthodontic treatment. 35(2), 161-168.
- Zachrisson, B. J. (1977). A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *Am J Orthod*, 71(2), 173-189. doi:10.1016/s0002-9416(77)90394-3
- Zero, D. (1995). In situ caries models. *Advances in dental research*, 9(3), 214-230.
- Zimmer, S., Robke, F. J., & Roulet, J. F. (1999). Caries prevention with fluoride varnish in a socially deprived community. *Community dentistry and oral epidemiology*, 27(2), 103-108.