

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**FLOR SALAN İKİ FARKLI YÜZEY ÖRTÜCÜ MATERYALİN
BAĞLANMA DAYANIMLARININ İN VİTRO OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

ARŞ. GÖR. DT. AFŞİN SALMAN

DANIŞMAN

YRD.DOÇ. DR. MEHMET DOĞRU

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR 2017

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**FLOR SALAN İKİ FARKLI YÜZEY ÖRTÜCÜ MATERYALİN
BAĞLANMA DAYANIMLARININ İN VİTRO OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

ARŞ. GÖR. DT. AFŞİN SALMAN

DANIŞMAN

YRD.DOÇ. DR. MEHMET DOĞRU

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR 2017

Bu çalışma Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından
DİŞ.15.017 proje numarası ile desteklenmiştir.

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

"Flor Salan İki Farklı Yüzey Örtücü Materyalin Bağlanma Dayanımlarının İn Vitro Olarak Değerlendirilmesi" başlıklı uzmanlık tezi 17/01/2017 tarihinde tarafımızdan değerlendirilip başarılı bulunmuştur.

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Mehmet Doğru

Tezi Teslim Eden: Arş. Gör. Dt. Afşin Salman

Jüri Üyesinin

| Ünvan | Adı-Soyadı | Üniversitesi |
|---|------------|----------------------------------|
| Başkan: Prof.Dr.Dr. Mehmet İrfan Karadede | | Katip Çelebi Üniv. Diş Hek. Fak. |
| Üye: Prof.Dr.Seher Gündüz Arslan | | Dicle Üniversitesi Diş Hek. Fak. |
| Üye: Doç.Dr.Güvenç Başaran | | Dicle Üniversitesi Diş Hek. Fak. |
| Üye: Yrd.Doç.Dr.Mehmet Doğru | | Dicle Üniversitesi Diş Hek. Fak. |
| Üye: Yrd.Doç.Dr. Atılım Akkurt | | Dicle Üniversitesi Diş Hek. Fak. |
| Üye: Doç.Dr.Arzum Güler Doğru | | Dicle Üniversitesi Diş Hek. Fak. |

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam süresince her konuda ilgi ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, her zaman yanımda olup değerli tecrübe ve önerileri ile bana yol gösteren ve ufkumu açan çok değerli hocalarım Prof.Dr.Dr. Mehmet İrfan Karadede'ye ve Yrd.Doç.Dr. Mehmet Doğru'ya;

Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde almış olduğum uzmanlık eğitimim süresince mesleki anlamda bilgilerini ve tecrübelerini benimle paylaşan anabilim dalımızda görev yapan değerli öğretim üyeleri Doç. Dr. Güvenç Başaran'a, Prof. Dr. Seher Gündüz Arslan'a, Yrd. Doç. Dr. Atılım Akkurt'a, Dr. Kamile Keskin Oruç'a;

Birlikte çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum sevgili arkadaşlarım ve tüm anabilim dalı çalışanlarına;

Diş hekimliği eğitimimin başından beri ayrılmadığım dostlarım Dr.Dt.Anıl Gerçek'e ve Uzm.Dt.Çağışan Pirpir'e

Tüm yaşamım ve eğitimim boyunca maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen ve benim bu günlere gelmemde büyük pay sahibi olan kıymetli annem, babam ve ablama;

Çalışmalarında en büyük desteği veren, en zor anlarımda büyük sabır ve anlayış gösteren ve sorunlarımla başa çıkmamda bana yardım eden değerli eşim Uzm. Dt. Gizem Ön Salman'a;

En içten ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım...

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|------|
| TEZ ONAYI | III |
| TEŞEKKÜR | IV |
| İÇİNDEKİLER | V |
| RESİMLER | VIII |
| TABLolar | X |
| ŞEKİLLER..... | XI |
| SİMGELER VE KISALTMALAR..... | XII |
| ÖZET..... | XIII |
| ABSTRACT..... | XIV |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1 AMAÇ..... | 2 |
| 2. GENEL BİLGİLER | 3 |
| 2.1. Diş Minesi..... | 3 |
| 2.2. Beyaz Nokta Lezyonları..... | 3 |
| 2.2.1. Beyaz Nokta Lezyonu Oluşumundaki Risk Faktörleri..... | 3 |
| 2.2.1.1. Dental Erozyon..... | 4 |
| 2.2.1.2. Hamilelik..... | 4 |
| 2.2.1.3 Ağız Kuruluğu..... | 4 |
| 2.2.1.4 Engelli Hastalar..... | 5 |
| 2.2.1.5 Ortodontik Tedavi Gören Hastalar..... | 5 |
| 2.2.2. Beyaz Nokta Lezyonlarının Oluşma Mekanizması..... | 7 |
| 2.2.3. Beyaz Nokta Lezyonlarının Biyokimyası..... | 10 |
| 2.2.4. Beyaz Nokta Lezyon Histolojisi..... | 10 |
| 2.2.5. Beyaz Nokta Lezyonlarının Sınıflandırılması..... | 11 |
| 2.2.6. Beyaz Nokta Lezyonlarının Değerlendirilmesi..... | 12 |
| 2.2.6.1. Makroskobik Yöntemler..... | 12 |
| 2.2.6.1.1. Klinik Değerlendirme..... | 12 |
| 2.2.6.1.2. Fotoğraf Değerlendirmesi..... | 13 |
| 2.2.6.2. Floresans Olmayan Optik Metodlar..... | 13 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2.6.3. Optikal Floresans Metodu..... | 14 |
| 2.2.6.3.1. Floresanslı Boya Belirleme..... | 14 |
| 2.2.6.3.2. Ultraviole..... | 14 |
| 2.2.6.3.3. Lazer..... | 15 |
| 2.2.6.3.4. Ölçülebilir Uyarılmış Işıklı Floresans (QLF)..... | 15 |
| 2.2.6.3.5. Diyotlu Lazer Floresans (DİAGNODENT)..... | 15 |
| 2.2.6.4. Mikroskopik Yöntemler..... | 15 |
| 2.2.6.4.1. Çürük Modelleri..... | 15 |
| 2.2.6.4.2. Sınırlanmış Çürük Modelleme..... | 16 |
| 2.2.7. Beyaz Nokta Lezyonları Önleme Yöntemleri..... | 16 |
| 2.2.7.1. Ağız Hijyeninin Geliştirilmesi..... | 16 |
| 2.2.8. Ortodontik Tedavide Beyaz Nokta Lezyonlarını Önlemeye Yönelik Çalışmalar..... | 17 |
| 2.2.8.1. Simanlar..... | 18 |
| 2.2.8.2. Adezivler..... | 19 |
| 2.2.8.3. Topikal Flor Uygulamaları..... | 19 |
| 2.2.8.4. Flor İçeren Vernikler..... | 20 |
| 2.2.8.5. Florürlü Elastik Ligatürler..... | 20 |
| 2.2.8.6. Yüzey Örtücüler (Sealantlar) | 20 |
| 2.2.8.6.1. Pro Seal. | 22 |
| 2.2.8.6.2. Opal Seal..... | 23 |
| 2.2.9. Yapay Yaşlandırma Yöntemleri-Termal Döngü..... | 24 |
| 2.2.10. Bağlanma Dayanımını Etkileyen Faktörler..... | 25 |
| 2.2.11. Adhesive Remnant İndeks (ARI)..... | 25 |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM..... | 28 |
| 3.1. Gereç..... | 29 |
| 3.1.1. Örneklerin Hazırlanmasında Kullanılan Gereçler..... | 29 |
| 3.1.2. Termal döngü..... | 29 |
| 3.1.3. Makaslama Kuvveti Testi..... | 29 |
| 3.1.4. Stereomikroskop..... | 29 |
| 3.1.7. İstatistiksel Analiz..... | 30 |

| | |
|--|-----------|
| 3.2. Yöntem..... | 30 |
| 3.2.1. Doğal Dişlerin Toplanması..... | 32 |
| 3.2.2. Akrilik Kaidenin Hazırlanması..... | 32 |
| 3.2.3. Grupların Oluşturulması..... | 34 |
| 3.2.3.1. Grup 1 Oluşturulması..... | 34 |
| 3.2.3.2. Grup 2 Oluşturulması..... | 38 |
| 3.2.3.3. Grup 3 Oluşturulması..... | 39 |
| 3.2.4. Termal Döngü Uygulanması..... | 42 |
| 3.2.5. Bağlanma Dayanımı Testi..... | 42 |
| 3.2.6. Adhesive Remnant Index (ARI) Analizi..... | 44 |
| 3.2.7. İstatistiksel Değerlendirme..... | 45 |
| 4. BULGULAR..... | 46 |
| 4.1. Braket Bağlanma Dayanımı Bulguları Analizi..... | 46 |
| 4.2. Adhesive Remnant Index (ARI) Analizi..... | 48 |
| 5. TARTIŞMA..... | 50 |
| 6. SONUÇLAR..... | 63 |
| 7. KAYNAKLAR..... | 64 |
| 8. ÖZGEÇMİŞ..... | 81 |

RESİMLER

| | |
|---|----|
| Resim 2.1.: Pro Seal™ | 22 |
| Resim 2.2.: Opal Seal™ | 23 |
| Resim 3.1.: Dişlerin mine sement sınırının ölçülmesi..... | 32 |
| Resim 3.2.: Dişlerin plastik kalıplara sabitlenmesi..... | 33 |
| Resim 3.3.: Imicryl soğuk akrilik..... | 33 |
| Resim 3.4.: Dişlerin akrilik bloklara gömülmesi..... | 34 |
| Resim 3.5.: Diş yüzeylerinin asitle pürüzlendirilmesi..... | 34 |
| Resim 3.6.: Dişlerin yıkanıp kurulanması..... | 35 |
| Resim 3.7.: Dişlere primer adeziv uygulanması..... | 35 |
| Resim 3.8.: Valo Cordless ışık cihazı..... | 35 |
| Resim 3.9.: Transbond™ XT yapıştırıcı..... | 36 |
| Resim 3.10.: Braketlere yapıştırıcı uygulanması..... | 36 |
| Resim 3.11.: Braket pozisyonlarının kontrolü..... | 37 |
| Resim 3.12.: Yapıştırıcı artıklarının temizlenmesi..... | 37 |
| Resim 3.13.: Diş yüzeylerinin asitlenip kurutulması..... | 38 |
| Resim 3.14.: Opal Seal uygulanması..... | 38 |
| Resim 3.15.: Diş yüzeyinin asitlenmesi..... | 39 |
| Resim 3.16.: Pro Seal uygulanması..... | 40 |
| Resim 3.17.: Braketin diş üzerine yerleştirilmesi..... | 40 |
| Resim 3.18.: Braket pozisyonlarının kontrolü..... | 40 |
| Resim 3.19.: Yapıştırılmış braketin görünümü..... | 41 |
| Resim 3.20.: Braketlenmiş dişlerin gruplara ayrılması..... | 41 |
| Resim 3.21.: Termal döngü cihazı..... | 42 |

| | |
|--|----|
| Resim 3.22.: Universal test cihazı ile bağlanma dayanımı testi uygulanması..... | 43 |
| Resim 3.23.: ARI skora..... | 44 |



TABLolar

| | |
|--|----|
| Tablo 2.1.: Yüzey Örtücülerin Avantaj-Dezavantajları..... | 21 |
| Tablo 3.1.: Kullanılan gereçler..... | 28 |
| Tablo 4.1.: Test edilen grupların bağlanma dayanımı ortalama değerleri..... | 46 |
| Tablo 4.2.: ARI skorlaması grup içi değerlendirme..... | 48 |



ŞEKİLLER

| | |
|---|----|
| Şekil 3.1.: Çalışma planı..... | 31 |
| Şekil 4.1.: Bağlanma dayanımının grafik dağılımı..... | 47 |
| Şekil 4.2.: Bağlanma dayanımı diagram dağılımı..... | 47 |
| Şekil 4.3.: ARI skorları grup içi sayısal dağılım..... | 49 |



SİMGELER VE KISALTMALAR

| | |
|--|--------------------------|
| % | Yüzde |
| $^{\circ}\text{C}$ | Santigrad derece |
| mm/dak | Milimetre/dakika |
| mm^3 | Milimetreküp |
| μm | Mikrometre |
| HCO_3^- | Bikarbonat |
| H^+ | Hidrojen İyonu |
| H_2CO_3 | Karbonik Asit |
| CO_2 | Karbondioksit |
| H_2O | Su |
| OH^- | Hidroksit |
| Mm | Milimetre |
| $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ | Kalsiyum Hidroksiapatit |
| Ca^{++} | Kalsiyum İyonu |
| HPO_4^{-2} | Hidrojen Fosfat |
| F^- | Florür İyonu |
| mW/cm^2 | Miliwatt /Santimetrekare |
| nm | Nanometre |
| MPa | Megapaskal |

ÖZET

Salman, A. (2017). Flor Salan İki Farklı Yüzey Örtücü Materyalin Bağlanma Dayanımlarının İn Vitro Olarak Değerlendirilmesi. Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi, Diyarbakır, 2017.

Bu in vitro çalışmada, flor salan iki farklı yüzey örtücü materyalin makaslama bağlanma dayanımlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. 105 adet çekilmiş çürüksüz insan üst premolar dişi 3 gruba rastgele ayrıldı (n=35). Deney grupları şu şekilde oluşturuldu; Grup 1: Braketin yapıştırılacağı yüzeye herhangi bir flor salan yüzey örtücü uygulanmayan kontrol grubu, Grup 2: Braketin yapıştırılacağı yüzeye Opal Seal™ (Opal Orthodontics, South Jordan, Utah, USA) uygulanan grup, Grup 3: Braketin yapıştırılacağı yüzeye Pro Seal™ (Reliance Orthodontic Products, Itasca, IL, USA) uygulanan grup. Tüm örnekler %37'lik ortofosforik asitle (Panora 200, Imicryl Diş Malzemeleri, Konya, Türkiye) pürüzlendirildikten sonra, Grup 1'e Transbond™ XT primer (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) uygulandı. Grup 2'ye Opal Seal™ ve Grup 3'e Pro Seal™ uygulandı. Üretici firmaların önerilerine tekabül eden sürelerde Valo Cordless ışık cihazı (Ultradent, South Jordan, Utah, USA) ile ışıklandırılarak polimerizasyonu sağlandı. Braketler (0.018 inç Master Series, American Orthodontics, Sheboygan, Wisconsin, USA), Transbond™ XT (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) ile doğru pozisyonda yapıştırıldı. Tüm örnekler 37°C'de distile suda 24 saat süreyle bekletildi. Daha sonra 5°C ve 55°C su banyoları arasında 5000 döngülük termal siklus işlemine tabi tutuldu. Örneklerle, universal test cihazıyla braket ile diş arayüzünden 0.5 mm/dak hızla makaslama kuvveti uygulandı ve stereomikroskop ile Adhesive Remnant Index (ARI) değerlendirildi. Bağlanma dayanımı testi bulguları Shapiro-Wilk, Levene ve tek yönlü ANOVA varyans analizi testleri ile değerlendirildi. Gruplar arasında bağlanma dayanımı açısından istatistiksel olarak fark bulunmadı (p>0.05). Adhesive Remnant Index (ARI) bulguları Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U testleri ile değerlendirildi ve sonucunda Grup 1 ve Grup 3'ün birbirinden farklı (p<0.05), Grup 1 ve Grup 2'nin birbirinden farklı (p<0.05), fakat Grup 2 ve Grup 3 arasında fark olmadığı saptandı (p>0.05).

Anahtar Kelimeler: yüzey örtücü, flor, ARI

Destekleyen Kurumlar: Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü. Proje No: DİŞ.15.017

ABSTRACT

Salman, A. (2017). An In-vitro Evaluation of Shear Bond Strength of Two Different Fluoride Releasing Sealant Materials. Dicle University Faculty of Dentistry Department of Orthodontics Thesis, Diyarbakır, 2017.

The aim of this in vitro study was to evaluate shear bond strength of two different fluoride releasing sealant materials. 105 extracted, noncarious human upper premolars were divided randomly into 3 groups (n=35). Experimental groups were; Group 1: Transbond™ XT primer (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) was applied on bracket bonded surface, Group 2: Opal Seal™ (Opal Orthodontics, South Jordan, Utah, USA) was applied on bracket bonded surface, Group 3: Pro Seal™ (Reliance Orthodontic Products, Itasca, IL, USA) was applied on bracket bonded surface. After all samples were etched with 37% orthophosphoric acid (Panora 200, Imicryl Diş Malzemeleri, Konya, Türkiye); Transbond™ XT primer applied to Group 1, Opal Seal™ to Group 2 and Pro Seal™ to Group 3. According to manufacturer curing time card, all samples were light cured with Valo Cordless Curing Light (Ultradent, South Jordan, Utah, USA). Brackets (0.018 inch Master Series, American Orthodontics, Sheboygan, Wisconsin, USA) were bonded with Transbond™ XT (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) adhesive on accurate position. All samples were stored in 37°C distilled water for 24 hours after that they were treated with 5000 cycle 5°C-55°C thermocycling process. With universal test machine, on bracket bonded surface-enamel surface shear force was applied with 0.5mm/min pace and then they were examined with stereomicroscope for adhesive remnant index evaluation. Shear bond strength test results were evaluated with Shapiro-Wilk, Levene and one-way ANOVA variance analysis. There was no statistical difference between groups shear bond strength ($p > 0.05$). Adhesive Remnant Index findings were evaluated with Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U. Group 1 and Group 3 are different from each other ($p < 0.05$), Group 1 and Group 2 are different from each other ($p < 0.05$) but Group 2 and Group 3 have no difference ($p > 0.05$).

Keywords: Fissure sealant, fluoride, ARI

Supporting Institutions : Dicle University Scientific Research Projects
Coordination Project no: DİŞ.15.017

1.GİRİŞ

Diş hekimliğinin en büyük sorunlarından biri olan diş çürüğü, sabit ortodontik tedavi gören hastaları ve ortodontistleri yakından ilgilendiren bir konudur. Sabit ortodontik tedavilerde simante edilen bantlar yerine yapıştırılabilen daha küçük hacimli braketlerin kullanılması, ortodontistlere çürük lezyonları ile daha az karşılaşabileceklerini düşündürse de; beklenen olmamıştır. Yapılan çeşitli çalışmalarda bantlı ve braketli ortodontik tedaviler arasında dekalsifikasyon insidansı açısından bir fark bulunmamış; ortodontik tedavilerin, plak pH'sının düşmesine ve dental plağın hacim artışına sebep olduğu gösterilmiştir (1–3).

Ortodontik tedaviler ve çürük insidansı arasındaki ilişki uzun yıllardır kanıtlanmış (4) olmasına rağmen, başlangıç çürük lezyonlarının dental estetiğe olan olumsuz etkisinin tedaviden uzun yıllar sonra dahi devam etmesi (5); “beyaz nokta lezyonu” olarak tanımlanan başlangıç çürük lezyonlarına ayrı bir önem verilmesi gerekliliğini ortaya koymuştur.

Başlangıç diş çürüğü lezyonlarının oluşum ve ilerleme mekanizmalarında plak birikiminin etkinliği bilinmektedir. Sabit ortodontik apareylerin dişlerin fasiyal yüzeylerinde plak artışına sebep oldukları (1,5,6), en çok plak birikiminin ise dişlerin servikal yüzeylerinde olduğu görülmektedir. Plak birikimi ve beraberindeki çürük lezyonları bantlanan apareylerde siman boşluğunun tam dolmadığı yüzeylerde (7), yapıştırılan apareylerde ise kompozit rezin artıklarına komşu yüzeylerde ve minenin adeziv rezin uygulanan yüzeylerinde oluşmaktadır (2).

Diş minesinin demineralize ve remineralize olabilen yapısının flor ile güçlendirilebileceği, bu şekilde remineralizasyon miktarının arttırılabileceği belirtilmiştir (8). Florun bu etkisini kullanabilmek ve diş dokularını çürükten korumak amacıyla farklı kullanım şekillerine sahip materyaller piyasaya sunulmuştur.

Sabit ortodontik tedavi öncesi ve sırasında braketlerin makaslama bağlanma dayanımını tehlikeye atmadan dental plağı kontrol etmek, ortodontide her zaman bir araştırma alanı olmuştur (9). Bu nedenle bu çalışmada, hasta kooperasyonu ihtiyacını ortadan kaldırmak için piyasaya sunulmuş olan ve uzun süreli düşük

konsantrasyonda flor salan iki farklı yüzey örtücü olan Pro Seal™ ve Opal Seal™ materyallerinin braket bağlanma dayanımlarına etkisi in vitro olarak incelenecektir.

1.1. Amaç

Çalışmamızın amaçları;

- a.** Flor salan yüzey örtücülerinin (Pro Seal, Opal Seal) bağlanma dayanımlarını karşılaştırmak,
- b.** Flor salan yüzey örtücü uygulamasını uygulanmayan kontrol grubuyla karşılaştırarak, florun bağlanma dayanımına etkisini araştırmak,
- c.** Bağlanma başarısızlıklarını Adhesive Remnant Index (ARI) skorlamasına göre değerlendirmek ve farklı test grupları arasındaki başarısızlık tiplerini karşılaştırmaktır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Diş Minesi

Diş minesinin hacimce %85'i inorganik, %3'ü organik, geri kalanı ise sudan oluşmaktadır. İnorganik kısım hidroksiapatit denilen kalsiyum ve fosfat kompleksinden oluşan kristalize poröz yapıdadır. Minedeki suyun %25'i hidroksiapatit kristallerine bağlıdır, geri kalanı ise apatit kristallerini kabuk gibi sarar. Protein ve lipid, organik kısımda hacimce eşit olarak bulunur. Mine dokusunda bulunan 16 adet aminoasitten bazıları; enomelin, amelogenin ve lösindir. Enomelin ve amelogenin organik kısmın düzenini sağlarken, fosfor ise kalsifikasyona yardımcı olur.

Minenin en küçük yapı taşı mine prizmalarıdır. Bir adet mine prizması 1000 adet hidroksiapatit kristalinin birleşmesinden oluşmakla birlikte 1 mm³ minede 3000-4000 adet arası sayıda bulunurlar. Mine prizmaları arasında bulunan boşluklar organik madde ve su ile doldurulmuştur. Dolayısıyla mine; içerisinde küçük asit molekülleri, florür, kalsiyum gibi çeşitli iyonları ihtiva eden poröz yapısı sayesinde demineralizasyon ve remineralizasyon özelliği olan bir dokudur (10).

Demineralizasyon , minenin çözünmesi olarak adlandırılmakta ve düşük pH'da minerallerin, mine dokusundan iyon formunda serbestleşmesidir (10,11).

Remineralizasyon ise ayrılan iyonların uygun pH'da tekrardan minenin yapısına katılmasıdır. Diş minesini normalde; hidroksiapatit yapısındadır ve tükürük ortamında remineralizasyon-demineralizasyon arasında dinamik ama dengeli bir düzen kurmaya çalışır.

2.2. Beyaz Nokta Lezyonları

2.2.1. Beyaz Nokta Lezyonu Oluşumundaki Risk Faktörleri

Beyaz nokta lezyonları diş minesinin dekalsifikasyon alanları olarak nitelendirilebilir. Beyaz nokta lezyonlarının oluşumundaki risk faktörleri şunlardır;

2.2.1.1. Dental Erozyon

Dental erozyon, bakterilerle alakalı olmayan kimyasal sebeplerle diş yapısının mineral kaybı olarak nitelendirilmektedir (12). Dışsal sebeplere; asitli içecekler veya meyvelerin aşırı tüketimi, ağır asit buharına maruz kalınması veya aşırı klorlu yüzme havuzlarında yüzmek gibi örnekler verilebilirken; içsel sebepler olarak bulimia nevroza, anoreksiya nevroza, reflü gibi asit atakları nedeniyle intraoral pH'yı 1-2'ye düşürebilen durumlardan bahsedilebilir.

2.2.1.2. Hamilelik

Hormonal durum değişimine bağlı olarak tükürüğün tamponlama kapasitesi azalır. Sabah bulantı ve kusma ile ağız içi pH'da büyük düşüşler olur. Hamilelik son döneminde ise karyojenik bakterilerin sayısında artış olur. Tüm bu sebepler demineralizasyon için büyük risk oluşturur (13).

2.2.1.3. Ağız Kuruluğu

Ağız kuruluğu yani Kserostomi; tükürük akış hızı ve miktarındaki değişiklikler ile ağızda kuruluk hissini ortaya çıkıdığı bir semptomdur ve A.B.D.'de nüfusun %17-29'unu etkileyen bir durumdur (14). Ağız kuruluğuna bağlı olarak çiğneme, yutma, konuşma gücünü yaşamaktadır. Tükürüğün salınma miktarı, tamponlama kapasitesi, kalsiyum ve fosfat iyonlarının konsantrasyonu ve antibakteriyel etkisi ile çürük oluşumunu engelleyici birçok etkisi vardır (15).

Kserostomi sebepleri incelenince çok faktörlü bir olgu olduğu görülmektedir. En sık karşılaşılan durum ilaç kullanan hastaların %10'unda rastlanılan yan etkidir (16). Ağız kuruluğuna sebep olan ilaçlar; Antikolinergik ilaçlar (Atropin vb.), antidepressan ve antipsikotik ilaçlar (Prozac vb.), diüretik ilaçlar (Diünil vb.),

antihipertansif ilaçlar (Capoten vb.), sedaif ve anksiyolitik ilaçlar (Xanax vb.), kas gevşeticiler ve antihistaminiklerdir (17).

Ağız kuruluşunun diğer sebeplerinden birisi de, minör ve majör tükürük bezlerine olan devamlı lenfosit infiltrasyonunun sekresyon kanallarına zarar verdiği, sinirsel iletim inhibisyonuna sebep olmasıyla da tükürük bezi fonksiyonlarını azaltan otoimmün bir hastalık olan Sjogren Sendromu'dur (18,19). Ağız, baş ve boyun bölgesi kanserlerinin tedavisinde kullanılan radyasyon tedavisi de minör ve majör tükürük bezlerine zarar vermekte; iyonize radyasyon, tükürük bezlerinin sekresyon komponentlerini atrofiye uğratarak geçici veya kalıcı kserostomiye neden olmaktadır (20).

Glisemik kontrolün zayıfladığı diabet hastalarında da tükürük akış hızının azalması, özellikle Tip 2 diabet hastalığında tükürük bezi membranlarında biriken poliürinin ağız kuruluşunu tetiklediği belirtilmektedir (21).

2.2.1.4. Engelli Hastalar

Engelli çocuklarla yapılan çalışmada çürük insidanslarının daha yüksek olduğu gösterilmiştir (19). Engelli ve sağlıklı çocuklar arasındaki çürük insidansı farkının sebepleri arasında; karbonhidrat alım sıklığı, tükürük akış hızı, kooperasyon bozukluğu, kas ve eklem sorunlarına bağlı hijyen eksikliği ve çiğneme zorlukları sayılabilir (19).

Down Sendromlu ve Serebral Palsili çocuklarda da tükürüğün ağız kenarından akması, tükürük tamponlama kapasitesinin azalması çürük insidansı artışı açısından risk taşımaktadır (22).

2.2.1.5. Ortodontik Tedavi Gören Hastalar

Araştırmalar, sabit apareylerle ortodontik tedavi gören hastalarda plak hacminin görmeyenlere göre daha fazla arttığını ve plak pH'sının daha düşük

değerlere ulaştığını göstermiştir (5). Braketleme ve bantlama sonrası dental plaktaki karyojenik bakteri miktarında hızlı bir artış görülmektedir (3).

Ortodontik apareyler ağız ortamında Streptococcus Mutans ve Laktobasil gibi bakterilerin sayısını arttırarak negatif etkiye sebep olurlar (23,24). Ayrıca braketlerin gingival taraflarından taşan yapıştırıcı ajanlar, bakterilerin kolonizasyonunu için etüv görevi gören diş eti ceplerinin oluşumuna sebebiyet vermektedir (25). Ortodontik aparey takılması ardından Streptococcus Mutans sayısında anlamlı bir artış olduğu; apareylerin çıkarılması sonrası ise normal seviyeye dönüş olduğu gösterilmiştir (26). Tükürük bezleri üzerinde yapılan bir çalışmada S. Mutans ve total bakteri seviyesi incelenmiş, apareylerin yerleştirilmesinden sonra bu bakterilerin sayısında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir artış olduğu görülmüştür (27). Sabit tedavi gören hastaların dental plaklarının incelendiği başka bir çalışmada ise; tedavi öncesi, süreci ve sonrası değerlendirilmiş, streptokok ve laktobasil sayısının tedavi süresince yüksek olduğu bulunmuştur (28). Sakamaki ve Bahn (29), tedavi gören hastalarda laktobasil sayısında artış tespit ederken; Bloom ve Brown (30), ark telleri yerleştirilmesinden sonra streptokok, laktobasil ve stafilokokları içeren fakültatif bakteri sayısında artış olduğunu bildirmiştir. Bir başka çalışmada ise apareyler takılırken mevcut bakteriyel kolonizasyon elimine edildiğinden dolayı, tedavi sırasında ilk 3 aydan sonra bakteriyel popülasyonun tedavi başlangıç değerlerini aşmaya başladığı belirtilmiştir (24).

Ortodontik tedavi gören hastalarda ilk bir ay içerisinde demineralizasyon sahaları gözlenmiştir (31,32). Bükümlü arklar, yardımcı arklar, yaylar ve benzeri apareylerle ortodontik tedavi gören hastalar için ağız hijyeninin sağlanması daha da zor hale gelmektedir. Sabit apareylerin yapıştırılması aşamasında mine defektleri oluşur ve bu defektler yine beyaz lezyonların gelişimine neden olur. Tedavi öncesi yapılan mine yüzeyi temizlenmesinde 5 µm'lik, asitleme ile 10 µm'lik, söküm ve diş yüzeyinden artıkların temizlemesi ile de ortalama 50 µm'lik mine zedelenmesine neden olunur (33,34).

Yapılan bir çalışmada tedavi gören hastalarda beyaz nokta lezyonları bulunma oranı %49,6 iken, görmeyen kontrol grubunda bu oran %24 bulunmuştur (1). Norveç'te yapılan bir çalışmada ise hastaların %50'sinden daha fazlasının bir veya daha fazla dişinde beyaz nokta lezyonu görülmüş ve bu beyaz nokta

lezyonlarından dişlerin %5,7'sinin etkilendiği belirtilmiştir. Aksine kontrol grubundaki hastaların sadece %11'inde, dişlerinin ise %0,4'ünde bu lezyon görülmüştür (35). Başka bir çalışmada ise tedavi süresince hastaların %97'sinde bu lezyonlar gelişmiştir (35). Genç ve yaşlı nüfusun karşılaştırıldığı bir çalışmada da gen popülasyonun demineralizasyona daha yatkın olduğu görülmüştür (6). Sonuç olarak sabit tedavi gören hastaların ortalama %15-85'inin dişlerinin fasiyal yüzeylerinde demineralizasyona rastlandığı söylenebilir (32). Plak birikiminin en çok olduğu bölgelerin yapıstırıcı ajan fazlalıklarının taşıdığı aparey-dişeti arası ve braket çevresi olduğu belirtilmiştir (32).

Beyaz nokta lezyonlarından en çok hangi dişlerin etkilendiği konusunda ilgili yapılan birçok çalışma vardır. Ortodontik tedavi gören hastalarda sükröz yüklemesi sonrası dental plakta oluşan değişimlerinin incelendiği bir çalışmada, en düşük pH değerinin üst yan kesici dişlerde olduğu, bunun sebebinin ise kesici dişlerin tükürüğün tamponlayıcı etkisinden bulunduğu bölge itibariyle uzak olması gösterilmiştir (36). Mizrahi ve ark.'larının yaptıkları bir çalışmada beyaz nokta lezyonlarının en çok üst keser ve alt 1. büyük azılarda olduğu belirtilse de (7); başka bir çalışma özellikle üst yan kesicilerin daha çok etkilendiğini belirtmiştir (1). Lezyon oluşma sıklığının sıralandığı başka bir çalışmaya göre ise; sıralama üst yan kesici, alt kanin, alt 1. küçük azı ve alt 2. küçük azı, üst kanin ve üst 1. küçük azı şeklindedir (37).

2.2.2. Beyaz Nokta Lezyonlarının Oluşma Mekanizması

Diş çürüğü; plak, tükürük, diş dokusu, mikroflora, diyet ve zaman faktörlerinin ortak etkileşimiyle oluşan bir hastalıktır (38). Diş yüzeyindeki mikrobiyal aktivite sonrası mine ve dentin dokularının ilerleyen yıkımı ile devam eder. Bu hastalık üzerine proteolitik, asidojenik, proteoliz-şelasyon, otoimmünite ve sükröz-şelasyon gibi bir takım teoriler olsa da en çok kabul gören asidojenik teoridir (38,39). Dental plak ile şeker etkileşimi olduğunda plak içerisindeki bakteriler karbonhidratları fermente ederek asit oluştururlar. Buna tepki olarak pH hızla düşer, sonra düşüş yavaşlayarak belirli düzeyi korur, sonrasında ise tekrar yükselerek klasik cevabını vermiş olur (40). Dental plak artışı ile doğru orantılı olarak plak-

karbonhidrat konsantrasyonu ve bakteri sayısı da artış gösterir. Karbonhidrat artışı ise plak yapışkanlığını arttırıp asidin tükürükle nötralizasyonunu engeller ve plak asiditesi daha fazla artış gösterir (28). Plak pH'sının tekrarlayan şekilde 1-3 dakikalık süreyle 5'in altına düşmesinin, diş yüzeyindeki hassas bölgelerin demineralize olmasına ve çürüğün başlamasına neden olabileceği bildirilmiştir (41,42).

Aside dirençli *S. Mutans* ve Laktobasiller ve Aktinomiçesler diş çürüğünü oluşturan ve tüm çürüklerde olan ortak bakterilerdir (32). *S. Mutans*, tükürük ve dental plakta en çok bulunan mutans grubunun üyesidir (43). Çalışmalar tükürüğün her mililitresinde 2×10^5 den fazla *S. Mutans* olmasının çürük gelişimine yol açtığını göstermiştir (44). *S. Mutans* ve *S. Sobrinus* çürük oluşumundan birinci derece sorumludur (45). *S. Mutans*, *Sobrinus* ve *Mitis* türlerine kıyasla daha fazla asit oluşturur ve çürük oluşumunda en önemli bakteriyel faktördür (46). Laktobasiller ve streptokoklar plak pH'ını 4.5 düzeyine indirebilecek tek mikroorganizmalardır (47). Laktobasillerin, çürük başlangıcında çok etkileri olmasa da, ilerlemesinde ve gelişmesinde büyük etkisi vardır (48).

Bakteriyel bir durum olması sebebiyle enfeksiyöz hastalık sınıfında olan diş çürüğünün başlaması ve ilerlemesi diyetle alınan gıdalarla doğrudan etkileşim içerisindedir. Yağlar ve proteinler karyostatik sınıftayken, karbonhidratlar; tipleri, ağızdan uzaklaştırılabilirlikleri ve tüketim miktarı gibi faktörlerle ilintili olarak karyojenik potansiyel taşırlar (49,50).

Diyet şekerinin çürük gelişimde çok önemli olduğu kanıtlanmıştır (51). Sükrozun en karyojenik şeker olduğu ve çürük ile olan doğrudan ilişkisi birçok çalışmada ele alınmıştır (50,52). Sükroz, plak üzerindeki etkisini *S. Mutans*'ların plak üzeri kolonizasyonunu kolaylaştırma ve olgun dental plakta hızlıca organik asitlere dönüşme şeklinde gösterir (53). Glukoz, fruktoz, laktoz, galaktoz, maltoz ve dekstrozun çürük oluşumuna katkısı olduğu deney hayvanları ile yapılan çalışmalarla kanıtlanmış olsa da, en yıkıcı etkisi olan şeker sükrozdur (54,55).

Sükroz; hem dental plak matriksinin oluşumunda, hem de diş dokusunu yıkan organik asitlerin oluşumunda görev alır (56). Sükrozun bakterilerce ayrıştırılması sonucu ortaya çıkan fruktoz ve glukoz enerji olarak kullanılır ve bunun sonucunda da laktik asit ve diğer organik asitler meydana gelir. Bunun yanı sıra dekstran, sükraz ve levan; sükraz enzimleri sayesinde levan (polifruktan) veya dekstran (poliglukan) adlı

uzun polimer zincirlerine dönüşebilirler. Poliglukan, plak içerisindeki bakterilerin birbirlerine, plağa ve dental plağın yüzeye tutunmasını sağlamasının yanında; levan ile birlikte ortamdaki asiditeye bağlı olarak fruktoz veya glukozaya dönüşebilir (57,58).

Karbonhidratların ağız içinde bulunma ve plak ile temasta olma süreleri de çürük oluşumunda önemlidir. Diyetle alınan gıdanın yapışkanlığı, ağızda kalma süresi, tüketim sıklığı önem arz eder (40). Sık sık fermente edilebilen karbonhidratlı beslenme sonucu normalde nötr olan intraoral pH asidik olmaya başlar. Kritik pH olarak adlandırılan 5.2-5.5 pH seviyelerinde veya daha altında diş dokusundan kalsiyum, fosfat ve başka iyonların ayrılmasıyla demineralizasyon adı verilen süreç başlamış olur (59).

Çürük oluşumunu engelleyen en önemli etken tükürüktür. İnorganik, organik ve su olmak üzere üç farklı yapıdan oluşan tükürük; inorganik yapısında farklı görevlerde mineraller bulundurulur. İnorganik fosfat, tamponlama göreviyle pH dengesi sağlanması ve remineralizasyonda görev alırken; florür, remineralizasyonla diş dokularını güçlendirir. Bikarbonat ve fosfat tampon sistemleri de pH dengelenmesini sağlar. Bulunduğu yoğunluğun fazla olması sebebiyle tamponlama sistemlerinden bikarbonat sistemi çok daha aktif çalışır. HCO_3^- formunda bulunan tükürük bikarbonatı, asitlerin H^+ iyonlarıyla birleşerek stabil olmayan H_2CO_3 yapısını oluşturduktan sonra stabil hale geçmek için yapısındaki CO_2 'yi uzaklaştırır ve ortamda H_2O kalır. Tükürükte bulunan tiyosiyanatlar, peroksit ile laktoperoksidaz enzimi sayesinde etkileşime girerek hipotiyosiyanatları oluşturup antibakteriyel etki sağlarlar. Tükürük, üre ve ürik asidi amonyağa dönüştürerek yine antibakteriyel etki sağlar (60,61). Tükürük içerisindeki lizozim ve laktoferrinin antibakteriyel olduğu kanıtlanmıştır (62). Tükürük aynı zamanda içerisindeki IgG antikorları ile çürüğe karşı etkide bulunur (63).

Plak bakterilerinin ürettiği asit, mine dokusunda 20 μm ile 50 μm kadar çözünme meydana getirir. Demineralizasyonun ilerlemesi sonucu oluşan mineral kaybı mine yapısında gözlenebilir değişikliklere sebep olur (64,65). Başlangıç olarak mine yüzeyi opaklaşır. Erken dönem diş çürüğü görüntüsü mat beyaz çizgiler veya yeşilimsi beyaz noktalar şeklindedir. Bu başlangıç çürüğüne görüntüsünden dolayı "beyaz nokta lezyonu" denilmektedir. Hava ile kurutulması sonrası belirginleşen lezyonlar etrafındaki dokulara göre daha yumuşak bir haldedir. Aktif, inaktif ve

iyileşme dönemi olmak 3 farklı dönemi olan lezyonların tebeşirimsi ve poröz görünümüne sahip olanları genellikle aktif evrededir. Bu lezyonlar ilerleyen aşamalarda plak, tükürük ve yiyeceklerin mine boşluklarına çökmesiyle daha koyu renkli hale dönüşürler (59).

2.2.3. Beyaz Nokta Lezyonlarının Biyokimyası

Beyaz nokta lezyonlarının analizi lezyonun boyut olarak küçüklüğü, karmaşık ve sert yapısı sebebiyle zor olsa da, lezyon ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır (66).

Hücreli bir doku olan minenin yapısında %80-90 oranında kalsiyum hidroksiapatit kristalleri, %10-20 oranında organik protein yapı vardır. Minenin homojen dizilim göstermemesi sebebiyle farklı yüzey morfolojileri bulunur (67,68). 1000 civarında hidroksiapatit kristali kendilerine ve oluşturdukları mine prizmalarına paralel olarak dizilim gösterirler.

Mine; yüzeyinde inorganik, dentin yüzeyine yaklaştıkça organik komponent yoğunluğu artan düzensiz bir yapıdır (69). Mine, en dışta altıgen formunda kalsiyum iyonları ile çevrili merkezde hidroksil (OH) iyonu çevresinde kalsiyum ve fosfat iyonları üçgenlerinin olduğu bir sitokiyometrik yapıdır (70). Bu altıgen yapı flor, karbonat ve magnezyum iyonları ile etkileşim içindedir (71).

Hidroksil iyonlarının boşluklarını doldurarak veya onlarla yer değiştirerek fonksiyon gören flor iyonu enerji yoğunluğunun yüksekliği ve simetrik olması sebebiyle hidroksiapatit yapısındaki kalsiyum ile de büyük benzerlik gösterir. Bu benzerlik sayesinde flor apatitlerini oluşturarak hem yapıyı daha kararlı bir hale getirir, hem de asit ataklarına karşı çözünürlük dayanımını artırır (71). Karbonat; hidroksil ve fosfat iyonları ile etkileşerek daha zayıf, daha az stabil ve asit ataklarına karşı daha dayanıksız karbonat apatit kristallerini oluşturur (66). Karbonat apatit kristalleri ise beyaz nokta lezyonlarının öncüsüdür. Magnezyum ve karbonat etkileşimleri sonucu asitlere karşı stabil bir yapı oluşturur; ancak tek başına sınırlı sayıda da kalsiyum ile yer değiştirerek daha az stabil ve daha dayanıksız bir yapı oluşturmaktadır (72).

2.2.4. Beyaz Nokta Lezyon Histolojisi

Lezyonlardan alınan histolojik kesitlerde mineral kaybının mine prizmalarının merkezinden başladığı görülmüş ve kesin olmamakla birlikte bu durum, bu bölgelerin düşük kristal yoğunluğu ve dışardan asit ve proton difüzyonuna müsait olması ile açıklanmıştır. Çürük lezyonu; yüzey tabaka, lezyon gövdesi, karanlık bölge ve saydam tabaka olmak üzere dört gruba ayrılmıştır (73).

Yüzey tabaka oluşumu hakkında henüz kesin bir mekanizma belirlenememiş olsa da, sertlik bakımından normal mineye benzer olduğu ve mineral kaybı oranının %5-10 arasında olduğu bilinmemektedir. Bu tabaka difüzyona elverişli olduğu için, daha alt tabakada çözünen kalsiyum ve fosfatın yüzeye, yüzeyde bulunan florun ise derinlere göçüne izin vererek tabanın asit ataklarına dayanıklılığını artırır. Lezyon gövdesi ise %30-60 mineral kaybının olduğu gelişmiş radyoloji teknikleriyle izlenebilen kısımdır. Demineralizasyon miktarı ve mineral kaybının en fazla olduğu bölge lezyon gövdesidir. Karanlık veya pozitif bölge diye isimlendirilen mine prizmaları arasındaki boşlukların %2-4 arasında olduğu alan ise polarize ışık mikroskopuyla belirlenebilir. En derinde de mineral kaybının %5-10, mine prizmaları arasındaki boşluğun %1 olduğu ve her lezyonda bulunmayan saydam tabaka bulunur (59,74).

2.2.5. Beyaz Nokta Lezyonlarının Sınıflandırılması

Beyaz nokta lezyonlarına dair iki farklı sınıflama vardır. Bunlardan biri ve ilki Curzon ve Spector'a diğeri ise Gorelick ve ark.'larına aittir (1,75).

Curzon ve Spector sınıflaması lezyon genişliği ve opasitesi göz önünde tutularak şu şekilde yapılmıştır (75):

Sınıf 0: Opasite yok veya 1mm^3 'den daha azdır.

Sınıf 1: Opasite dış yüzeyinin $1/3$ 'ü kadarını kapsar.

Sınıf 2: Opasite dış yüzeyin $1/3$ - $2/3$ 'ü arasındadır.

Sınıf 3: Opasite dış yüzeyinin $2/3$ 'ünden daha büyüktür.

Yine lezyon büyüklüğünü ve opasitesini göz önüne alarak sınıflama yapan

Gorelick ve ark.'larının sınıflaması ise şu şekildedir (1):

Sınıf 1: Beyaz nokta lezyonu yoktur.

Sınıf 2: Hafif derecede beyaz nokta lezyonu mevcuttur.

Sınıf 3: Ciddi derecede beyaz nokta lezyon mevcuttur.

Sınıf 4: Beyaz nokta lezyon oluşumuna kavitasyon eşlik eder.

2.2.6. Beyaz Nokta Lezyonlarının Değerlendirilmesi

Beyaz nokta lezyonlarının teşhisi, tedavilerinin yapılabilmesi açısından çok önemlidir. Bu lezyonlar erken dönemde farkedilmeli ve gerekli önlemler kavitasyon oluşmadan alınmalıdır. Değerlendirme açısından en önemli kriterler uygulanabilirlik, ucuzluk ve tekrar edilebilirliktir. Yöntemler klinikte rutin hale getirilemedikten sonra klinisyenler açısından kullanışsızdırlar. Lezyon değerlendirilirken hem kalsifikasyon, hem de lezyonun parlaklığı önem taşır. Makroskobik olarak renklenmesi, parlaklığı ve büyüklüğü; mikroskopik olarak ise mineral kaybı miktarı ve lezyon derinliği değerlendirilir (76).

2.2.6.1. Makroskobik Yöntemler

Demineralize minedeki beyazlığın nedeni geri dönen ışınların artmasıdır. Normal minede ışık fotonu girdikten sonra 0.5 mm'lik bir düzeye geldiğinde, fotonların büyük bir kısmı geri dönüp yansımadan mine içerisine yaklaşık 1 mm kalınlıkta nüfuz eder (77). Bu da, fotonlar dentinden geri yansır anlamına gelir ve böylece diş rengini dentin belirler. Daha porözlü bir yapı halini alan demineralize minede ışık fotonları dentine inmeden yansıma yaparak lezyonun beyaz olarak görünmesini sağlar (76).

2.2.6.1.1. Klinik Değerlendirme

Klinisyenler genellikle tedavi başında, sırasında ve sonrasında demineralizasyonu görsel olarak değerlendirmeyi tercih ederler (78,79).

Metodun avantaj ve dezavantajları şu şekildedir:

Avantajları

- Basit ve masrafsızdır.
- Herhangi bir donanım gerektirmez.
- Klinik geçerliliği vardır.

Dezavantajları

- Lezyonun klinik olarak hipoplazi veya florozisle ayırt edilmesi güçtür.

2.2.6.1.2. Fotoğraf Değerlendirmesi

Mine opaklığının dağılımı (80,81) ve demineralizasyonun (82) erken değerlendirilmesi için kullanılabilir.

Metodun avantaj ve dezavantajları şu şekildedir:

Avantajları

- Ortodontistler rutin olarak fotoğraf aldıkları için herhangi bir ek zaman veya emek istemez.
- Fotoğraf kayıtları saklanabilir oldukları için daima değerlendirilebilir.
- Başka araştırmacılarında değerlendirilmesi açısından kolaylık sağlar
- Demineralizasyon varlığı bilgisayarlar yardımı ile lezyonun ciddiyeti, genişliği ve rengine göre sınıflandırılabilir (83).

Dezavantajları

- Çekilen fotoğraflarda standardizasyon sağlamak zordur. Çeken kişiye, ortamın ışıklandırmasına ve kullanılan makineye göre değişiklik gösterir (81,84).

2.2.6.2. Floresans Olmayan Optik Metotlar

Mine yüzeyine gelen ışık fotonları kullanılarak çeşitli yöntemlerle beyaz nokta lezyonları belirlenebilir (76).

Bu yöntemler şunlardır :

1. Fiber Optik Transillüminasyon (FOTİ)
2. Digital Görüntüleme Fiber Optik Transillüminasyon (DİFOTİ)
3. Optik Çürük Monitörü (Optical Caries Monitor) (OCM)

Beyaz nokta lezyonlarında ilk defa kullanılan OCM diş üzerine ışık yayıp fiber densitometre aracılığıyla sağlıklı ve demineralize doku arası fark ölçülerek bir değer belirtir. OCM, diğer belirtilen metodlarla korelasyon göstermektedir (85–88). Yöntem zarar vermeden uygulanabildiği için avantajlı olsa da teknik hassasiyet ve pahalı olması dezavantajlarına sahiptir (76).

2.2.6.3. Optik Floresans Metodu

Floresan ışığın emilebilmesi, çeşitli metodların geliştirilebilmesini sağlamıştır (77). Demineralize alanlar ışığı daha az emer, bu yüzden bu bölgeler normal mineye göre daha karanlık gözükürler. Bu özelliği kullanan bazı teknikler şunlardır:

- Floresanslı Boya Belirleme
- Ultraviöle
- Lazer
- Ölçülebilir Uyarılmış Işıklı Floresans (QLF)
- Diyotlu Lazer Floresans (DIAGNODENT)

2.2.6.3.1. Floresanslı Boya Belirleme

Floresan veya floresan olmayan farklı boyama yöntemleri ile mine çürüğü açığa çıkarılabilir. Yöntemin dezavantajı ise sonuçların boyama şekline göre farklı değerler verebilmesidir. Bu yüzden karşılaştırma maksatlı değil, çürük belirlenmesinde kullanılması daha doğru olur (89,90).

2.2.6.3.2. Ultraviöle

Shresth (91), mine çürüğü tespitinde ultraviyole ışınların kullanılabilceğini belirtmiştir.

2.2.6.3.3. Lazer

Argon lazerinin çürük tespitinde kullanılabilceği Bjelkhagen ve ark.'ları (92) tarafından bulunmuştur. De Jong ve ark. (93), kantitatif lazer floresansını intraoral kullanım için geliştirmişlerdir. Her teknikte lezyon koyu renkte görülür (94).

Kantitatif lazer floresans beyaz lezyonlarda da kullanılabilir. Başlangıçta parlaklık fazla iken, zamanla mineral birikmesine bağlı olarak parlaklık azalır. Mineral kaybı hızlı başlar, yavaşlayarak devam eder (94).

2.2.6.3.4. Ölçülebilir Uyarılmış Işıklı Floresans (QLF)

Lazer sisteminin pratik olmaması nedeniyle küçük portatif sistemler geliştirmeye çalışılmıştır (95). QLF'in ortodontik tedavilerde pratik olarak kullanılabilceği belirtilmiştir (83,96,97)

2.2.6.3.5. Diyotlu Lazer Floresans (DIAGNOdent)

Dişler kırmızı diyod lazer ışını ile aydınlatılır. Lezyonun yapısına göre ışık yansımada değişiklik görülür (98). Bu sistemin dezavantajı ise, farklı diş renklerinden ve anatomik yapılardan etkilenebilmesidir (98).

2.2.6.4. Mikroskopik Yöntemler

2.2.6.4.1. Çürük Modelleri

Mikrosertlik ölçüm cihazı, polarize ışık mikroskobu veya mikro radyografi

gibi yöntemlerle dişin mineral kaybı hesaplanır (99,100). Teknik, mineral kaybı veya lezyon derinliğini direkt olarak göstermesi avantajlarına sahipken; her zaman hazır bulunamaması ve deneysel tekrarlanabilirliği olmaması dezavantajlarına sahiptir (101).

2.2.6.4.2. Sınırlanmış Çürük Modelleme

Gelişmiş ve geniş içerikli bir yöntem olarak minenin tümünü değil, bir kısmını kullanır. Bir miktar mine parçası gönüllünün ağzına çıkartılabilen bir apeareyle takılır ve uygun zaman sonra çıkartılıp değerlendirilir (102). Tekniğin avantajı geri dönüşümsüz zarar oluşturmaması, detaylı ölçümler yapılabilmesi ortodontik tedaviyi etkilememesi ve tedavi boyunca uygulanabilirliği olarak belirtilir.

2.2.7. Beyaz Nokta Lezyonları Önleme Yöntemleri

2.2.7.1. Ağız Hijyeninin Geliştirilmesi

Plak miktarının azaltılması çürük oluşumunda en etkili yöntemdir (103). Ağız hijyeni alışkanlığının artırılması ve düzenli hekim kontrolü önemlidir (104). Diş plağı mekanik veya kimyasal olarak uzaklaştırılabilir. Diş fırçalama mekanik olarak plak kaldırılmasında en sık kullanılan yöntemdir. Elektrikli diş fırçaları ile manuel diş fırçaları arasında etkinlik bakımından %20-47 oranında bir fark mevcuttur (98). Araştırmalar yeterli plak kontrolü sağlayan hastalar için fırça tipinin önemsiz olduğunu; ancak gerekli hassasiyete sahip olmayan hastalarda elektrikli veya ultrasonik temizliğin daha yararlı olacağını belirtmektedirler (105).

Çürük yapıcı mikrofloranın baskılanması maksadıyla kimyasal ajanlardan yardım alınması düşünülmüştür. S. Mutans; ampicilin, penisilin, eritromisin, sefalotin, metisilin gibi kimyasal ajanlara duyarlılık gösterir ve vankamisin, bis-guanidin, florid, klorheksidin, sürfaktan ve kanamisin ile baskı altına alınır (106,107). Klorheksidin ve benzalkonyum klorid klinikte bu maksatla ilk olarak kullanılan ajanlardır (27,44,108–110).

%0.2'lik klorheksidin gargarasıyla, florür içeren bir diş macunun klinik

olarak karşılaştırıldığı bir çalışma bakteriyolojik olarak klorheksidin grubunda mutans sayısında belirgin azalma klinik olarak ise klorheksidinin mekanik temizliğe ek olarak verilmesi gerektiği tespiti yapılmıştır (111).

Uzun süreli klorheksidin kullanımı fayda sağlasa da uzun dönem kullanımının diş ve dilde renklenme, ağızda metal tat bırakması gibi yan etkileri bulunmaktadır (112).

Bakterilerin yağ asitlerini inhibe ederek etki gösteren triklosan; sentetik, noniyonik ve geniş spektrumlu bir kimyasal ajandır (113). Güvenli ve faydalı bir ajan olarak diş macunlarında ve ağız gargaralarında kullanılmaktadır (114).

2.2.8. Ortodontik Tedavide Beyaz Nokta Lezyonlarını Önlemeye Yönelik Çalışmalar

Ortodontik tedavi süresince çürük lezyonlarını engellemeye yönelik birçok yaklaşım vardır. Bunlar :

- Flor salan elastomerlerin kullanılması,
- Flor verniklerin kullanılması,
- Mine yüzeyine yüzey örtücü materyallerin uygulanması,
- Asit solüsyonlarına flor ilave edilmesi,
- Farklı flor preparatlarının kullanımı,
- Flor salma özelliğine sahip adezivlerin kullanılması gibi yöntemlerdir.

Florürün çürük üzerine etkisi:

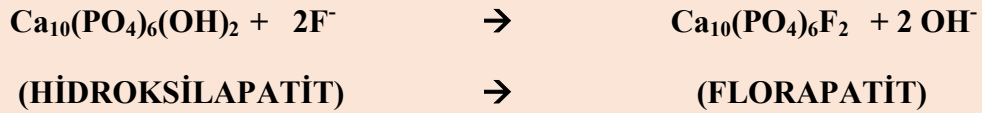
Diş çürüğü, plak bakterilerinin asitler sayesinde mine dokusunu çözmesi ile olur ve bu durumda florür varlığı çürük gelişimini ve ilerlemesini azaltıcı rol oynar.

Mine prizmaları arasındaki geniş boşluklar organik madde ve su ile doldurduğundan minenin bu porözlü yapısı florür, kalsiyum, fosfat gibi iyonların yapıya katılmasına izin verir (10). Çalışmalar neticesinde florürün mine hidroksiapatit yapısına katılması sayesinde aside ve çözünmeye daha dirençli olduğu kanıtlanmıştır (115,116).

Mine dokusu pH 5,5 altında olduğunda aşağıdaki şekilde çözünmektedir.



Ortamda florür varlığında ise florapatitler oluşarak demineralizasyonu



engeller.

Bir birim florapatit oluşturmak için, her iki flor iyonuna on kalsiyum iyonu ve altı fosfat iyonu gereklidir (117). Oluşan florapatit miktarının fazlalığı ile minenin asit ataklarına direnci doğru orantılıdır. Florapatit, başlangıç lezyonlarını remineralize eder ve yenilerinin oluşumunu engeller. Florürün mine, plak veya tükürükte yeterli miktarda bulunmasının teraziye demineralizasyondan remineralizasyona kaydırıldığını belirtmiştir (10,118,119).

2.2.8.1. Simanlar

Flor salma özelliğinden faydalanılarak ortodontik tedavide kullanılan ve çürük lezyonlarını önlemeye yönelik simanlar; cam iyonomer simanlar ve rezin modifiye cam iyonomer simanlardır (RMCİS). 1972 yılında diş hekimliği kullanımına giren cam iyonomer simanlar sertleşmeleri sırasında, sertleştikten sonra ve asitlere maruz kaldıklarında flor salmaktadırlar. Cam iyonomer simanların flor salınım miktarları pH'dan etkilenir, özellikle de pH 7'nin altına indiği zaman flor salınımı artmaktadır (120). Yapılan bir çalışmada, cam iyonomer simanın 4 hafta boyunca braket çevresinde belirgin şekilde çürük inhibisyonu sağladığı görülmüştür (31).

Cam iyonomer siman kullanımından cesaret alınarak içeriklerine %10-20

oranında rezin monomer katılımıyla rezin modifiye cam iyonomer simanlar oluşturulmuştur. Işıkla veya kimyasal olarak polimerize olabilen bu materyal; sertliği, kontrollü flor salınımı, flor reşarj özelliği, çürük inhibisyonu ve nemli ortamlarda bağlanabilmesiyle cam iyonomer simanlara benzerdir (121). Kök yüzeyinde in vitro olarak oluşturulan kavitelere rezin modifiye cam iyonomer simanla yapılan dolgularda yapay lezyon ilerleyişi değerlendirilmiş ve kavite etrafında daha fazla remineralizasyon sağladıkları görülmüştür (122).

2.2.8.2. Adezivler

Bazı adeziv rezinlerin flor salma özellikleri olsa da, salınan flor çok düşük miktarlarda ve çürük engellemesi açısından etkisizdir (121). Yapılan bir in vitro çalışmada adeziv rezinlerin flor salma özelliklerinin çok yetersiz olduğu; ancak bu miktarların çürük remineralizasyonunu sağlayıp sağlamayacağı konusunda ileri çalışmalar yapılması gerekliliği belirtilmiştir (123). Flor salınımı yapan adeziv rezinler grubunda poliasit-modifiye kompozit rezinler yani kompomerler vardır.

Poliasit-modifiye kompozit rezinler (Kompomer), ışık ile aktivasyonu takiben suyun kompomer içine girerek gecikmiş bir asit-baz reaksiyonu oluşturarak alüminosilikat camlarından flor ve diğer remineralizasyon iyonlarının salınımına izin verir. Polimerizasyondan sonra rezin modifiye cam iyonomer simanlardan üstün; ama adeziv rezinlerden düşük bağlanma dayanımına sahiptir (121). Millet ve ark.'ları (124) tarafından paslanmaz çelik braketlerle yapılan kompomer ve kompozit rezinin karşılaştırıldığı çalışmada, ağızda kalma süreleri açısından herhangi bir istatistiksel fark bulunmazken; karyostatik potansiyel açısından kompomer grubunun daha iyi olduğu görülmüştür.

Konvansiyonel cam iyonomer siman, rezin modifiye cam iyonomer siman ve kompomerin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada da kompomerin sekonder çürük oluşumuna karşı koruma sağlamadığı görülmüştür (125).

2.2.8.3. Topikal Flor Uygulamaları

Sodyum florid (NaF), asidüle fosfat florid (APF), stannöz florid (SnF₂) ve

amin florid en popüler flor ajanlarıdır. Yapılan bir çalışmada uygulanan flor programının beyaz nokta lezyonları üzerine etkilerini inceleyen araştırmacılar tedavi boyunca %0.05'lik sodyum florid solüsyonu ile gargara yapılmasının dekalsifikasyonu belirgin miktarda azalttığını görse de, hastaların kooperasyon zorluğu çektiklerini gözlemlemişlerdir (78).

2.2.8.4. Flor İçeren Vernikler

Mine yüzeyine yapışarak florun mine yüzeyiyle temas süresini uzatıp yavaş ve uzun süre flor rezervuarı olarak görev yaparlar. Flor içeren verniklerden Duraphat ile yapılan çalışma sonucu plak ve tükürük S.Mutans'ı üzerine belirgin etkileri olmadıkları bulunmuştur (126). Diğer yandan Seppa ve ark (104)'larının yaptığı çalışmada Duraphat'ın çürük insidansını %30 azalttığı, Shobha ve ark (127)'ları tarafından topikal florlardan Asidüle Fosfat Florid (APF) ve florlu verniklerden Duraphat üzerinde yapılan çalışmada ise flor verniğin daha etkili olduğunu bulunmuştur.

2.2.8.5. Florürlü Elastik Ligatürler

Flour-1-Tie ile yapılan çalışmalarda serbestlenen florür miktarının klinik demineralizasyonu engelleyebileceği bildirilmişse de (128), başka bir çalışmada anlamlı bir antikaryojenik etkilerinin olmadığı bulunmuştur (129).

2.2.8.6. Yüzey Örtücüler (Sealantlar)

Geçmişteki birkaç yılda bisfenol A glisidil dimetakrilat (bis-GMA) rezinlerin tanıtılmasıyla, araştırmacılar tarafından yüzey örtücülerin içine florür katılması, diş minesine florür salınımı yaparak potansiyel demineralizasyon inhibisyonu vasıtasıyla pit ve fissür çürüklerini önlemede en uygun yol olarak görülmüştür. (130–132). Ayrıca hasta kooperasyonuna ihtiyaç duyulmaması başarılarını arttırmaktadır.

Bağlanma teknolojisindeki son gelişmelerle florür salan rezinler kendilerine, florsuz geleneksel pit ve fissür örtücülere nazaran pürüzsüz yüzeyleri korumak, hipoplastik mine ve ortodontik braketlerin çevresi gibi çeşitli uygulama alanları bulmuştur (133). Yüzey örtücüler, asit ataklarına bariyer görevi gören materyallerdir. Pit ve fissürlerin örtülmesi amacıyla piyasaya sürülmüşlerdir (134). Işıkla veya kimyasal olarak polimerize olan örtücülere kuartz, cam ve porselen gibi doldurucular ilave edilerek materyalin aşınma direnci arttırılmak istenmiştir.

Tablo 2.1.: Yüzey Örtücülerin Avantaj-Dezavantajları

| | Avantajları | Dezavantajları |
|---------------------------------|---|---|
| Işıkla Polimerize Olan | <ul style="list-style-type: none"> • İyi estetik • Daha iyi renk stabilizasyonu • Daha az porözite • Daha uzun çalışma süresi • Oksijen inhibisyon tabakası oluşmaması | <ul style="list-style-type: none"> • Polimerizasyon için ışık gerekli |
| Kimyasal Polimerize Olan | <ul style="list-style-type: none"> • İyi estetik • Polimerizasyon için ışık gerekli değil | <ul style="list-style-type: none"> • Zayıf renk stabilizasyonu • Daha çok porözite • Kısa çalışma zamanı • Oksijen inhibisyon tabakası oluşması |

Yüzey örtücüler mine demineralizasyonunu önlemede etkili olmuştur (135,136); ancak özellikle kimyasal polimerize olan yüzey örtücülerde; yüzey örtücü uygulanan bölgede hava ile temas sonucu oksijenin baskıladığı ince bir tabaka oluşur (137) ve bu sebepten mine yüzeyinin tam izole edilemediği tespit edilmiştir (138,139). Işıkla polimerize olan yüzey örtücülerin ise polimerizasyon sıkıntısı yaşamadan tüm diş yüzeyini örtebileceği ve demineralizasyonu etkin olarak önleyebileceği bulunmuştur. Demineralizasyonu engellemede asıl etkili olan doldurucusuz rezinler olduğu halde (140), doldurucusuz veya yarı dolduruculu rezinlerin abrazyona karşı dirençlerinin çok düşük olması sebebiyle kalıcılıkları yetersizdir (141,142). Bu örtücülerin kalıcılık ve performanslarını yükseltmek maksatlı doldurucu ilave edilmiştir (137,140).

Asitle pürüzlendirilmeden sonra yüzey örtücü kullanılmasının bağlanma dayanımını artırma, braket çevresindeki demineralizasyona karşı koruma sağlama ve pürüzlenmiş mineyi koruma maksadı olduğu düşünülmüştür (143).

Bu amaçla flor salan, yüksek doldurucu oranına sahip ve ışıkla sertleşen Pro Seal ve Opal Seal yüzey örtücü materyalleri dental markete sunulmuştur.

2.2.8.6.1. Pro Seal:

Pro Seal™ (Reliance Orthodontic Products, Itasca, IL, USA) içeriğinde; %10-50 oranında etoksilat bisfenol A diakrilat, %10-40 oranında üretan akrilat ester, %10-40 oranında polyetilenglikol diakrilat ve tescilli bir katalizör bulunmaktadır (144).

Florür salma özelliğine sahip, doldurucu oranı yüksek, ışıkla sertleşen bir yüzey örtücüdür. Pro Seal materyali oksijen inhibisyon tabakası oluşmadan tamamen polimerizasyona izin veren tescilli bir katalizöre sahiptir ve böylece porözite oluşmaz (144). Nispeten yeni olan bu florür salan yüzey örtücü materyalin üreticisi, bu rezinin %100 polimerize olduğunu ve oksijen inhibisyon tabası oluşturmadığından sızıntının azaldığını iddia etmektedir (133). Pro Seal materyalinin doldurucu oranı %18'dir ve yüksek doldurucu oranı sayesinde abrazyona karşı dayanıklılığı artmıştır. Çünkü doldurucuların büyüklüğü ve oranının, rezin materyallerin aşınma özelliklerini etkilediği bilinir. Florür salma özelliğine bağlı olarak da dekalsifikasyon ve beyaz nokta lezyonlarının oluşumunu önlediği söylenmiştir (133).

Pro Seal materyali floresans ajan içerir böylece klinisyenin önceki uygulamayı görebilmesini ve mine yüzeyinin örtücülüğünü kontrol edebilmesine olanak tanır (145).



Resim 2.1.: Pro Seal™ (Reliance Orthodontic Products, Itasca, IL, USA)

2.2.8.6.2. Opal Seal:

Opal Seal™ (Opal Orthodontics, South Jordan, Utah, USA); %38 cam iyonomer ve nano doldurucu içeren, sararmaya ve renklenmeye dayanıklı, floresan özelliğiyle yeniden uygulanma ve çıkarılmayı kolay ve elverişli hale getiren, uzun süre kalıcı olan florür salan yüzey örtücü materyaldir.

Opal Seal materyalinin daha yüksek olan doldurucu içeriği sayesinde, mekanik olarak uzun süre diş üzerinde kalabileceği ve flor salınımı ve yeniden depolama kabiliyeti olduğu üretici firma tarafından iddia edilmiştir (146). Tüfekçi ve ark.ları Opal Seal'ın 90 günde %50'sinden fazlasının diş yüzeyi üzerinde kaldığını belirlemişlerdir (147).

Üretici firma, materyalin neme duyarlı olduğunu bu sayede nem bulunan ortama nüfuz ederek daha iyi bir yapışma direnci ve florür alımı sağladığını iddia etmektedir . Ayrıca yüzey örtücünün fissürlerin derinine penetre olabilme yeteneği sayesinde aşınma direnci ve mekanik tutuculuk sağladığı belirtilmiştir (146).



Resim 2.2.: Opal Seal™ (Opal Orthodontics, South Jordan, Utah, USA)

Opal Seal materyali floresans ajan içerir böylece klinisyenin önceki uygulamayı görebilmesine ve mine yüzeyinin örtücülüğünü kontrol edebilmesine olanak tanır (145).

Braket bağlanma dayanımı üzerine etkileri ağız içi koşullar yaratılmaya çalışılarak bu çalışma ile incelenecektir.

2.2.9. Yapay Yaşlandırma Yöntemleri-Termal Döngü

Oral kavitede restoratif materyaller sürekli olarak ısı ve pH değişimlerine maruz kalmaktadırlar. Ağız sıcaklığı yemek yeme, içme ve nefes alma sırasında sürekli olarak azalabilir ve artabilir. Herhangi bir termal yükleme yapılmadığında ağız içerisindeki sıcaklık $35.2 (\pm 2.1)^\circ\text{C}$ (148), yani yaklaşık 35°C (149) ölçülür.

Termal döngü yöntemi en sık kullanılan yapay yaşlandırma yöntemlerinden biridir. Termal döngü son derece sıcak ve soğuk maddelerin oral kaviteye girmesini taklit eder ve diş ve restoratif materyal arasındaki doğrusal termal genleşme katsayısının ilişkisini gösterir. Bu yöntemde test aygıtı olarak birbirine komşu iki banyo tankı ve test örneklerini bu banyo tanklarına sıra ile daldırabilen taşıyıcı bir koldan oluşur. İlk kez Nelsen ve ark (150) tarafından dolgu malzemelerinin mikrosızıntı özelliklerini test etmek üzere geliştirilmiştir.

ISO TR 11450 (151) (1994) standartları termal döngü örneklerine 5°C ve 55°C ' deki su banyolarında 500 döngü uygulamasını uygun bir yapay yaşlandırma test biçimi olarak göstermiştir. Gale ve Darvell (152) tarafından yayınlanan derlemede ise 10.000 termal döngünün in vivo olarak yaklaşık 1 senelik fonksiyona

eşdeğer olduğunu, ISO standartlarının önerdiği 500 döngünün ise uzun dönem in vivo koşulları yansıtması açısından yetersiz olduğunu öne sürmüşlerdir.

Termal döngü ile elde edilen yapay yaşlandırmanın etkisi 2 şekilde görülebilir (153):

1. Sıcak su, yetersiz polimerize olan rezin oligomerlerin açığa çıkmasına neden olabilir.
2. Restoratif materyallerin termal genişleme ve büzülme katsayısının diş dokularından yüksek olması, diş-biyomateryal ara yüzeyinde tekrar eden genişleme ve büzülme streslerine neden olabilir.

2.2.10. Bağlanma Dayanımını Etkileyen Faktörler

Kırılmalar diş ve restorasyon arasında oluşan gerilimler sonucu meydana gelmektedir. Bu gerilimler çekme gerilimi (tensile stress), sıkışma gerilimi (compressive stress) ve makaslama gerilimi (shear stress) olarak 3 grupta toplanır.

Buonocore tarafından 1955'te adeziv tekniğin tanıtılmasıyla, bu teknik ortodonti dahil diş hekimliğinin her alanında uygulama yeri bulmuştur(154–156). Zaman içinde adeziv sistemler o kadar gelişmiştir ki, hekimler gelişmeleri güçlükle takip edebilmişlerdir. Araştırmacılar tarafından adezivlerin bağlanma dayanımı ve makaslama bağlanma kuvveti ölçümleri çok sayıda çalışma ile araştırılan en önemli konu olmuştur (157). Fakat sonuç olarak ortodontide bağlanma kuvvetini ölçebilecek standart bir metod geliştirilememiştir (158).

Eliades ve ark bağlanma dayanımı test metodlarını 3 tipe ayırmışlardır (159):

- Ex vivo: Bu grup çalışmalar sonlu elemanlar modellenmesine dayanır. Bilgisayar sistemli ve yükleme koşullarını taklit edebilen bir methodur.

- İn vivo: Bu grup tedavi süresinde braketlerdeki başarısızlığın yerini ve oranını analiz etmeyi içerir.
- İn vitro: Bu grup mekanik test makineleri ve koparıcı aletlerin kullanılmasını içermektedir.

Ortodontik braket ve mine arasındaki makaslama bağlanma kuvvetini etkileyen pek çok faktör vardır. Mine pürüzlendirmek için kullanılan materyal ve konsantrasyonu, pürüzlendirme süresi, adeziv içeriği, kullanılan ışık aletinin gücü, braket tabanı tasarımı, braket materyali, ağız içi ortam, hekimin becerisi bunlara örnek olarak verilebilir (160).

2.2.11. Adhesive Remnant Indeks (ARI)

Braketlerin kopmasından sonra kalan adeziv miktarını belirlemek için kalitatif (nitel) ve kantitatif (nicel) yöntemler mevcuttur. Kantitatif yöntemler; taramalı elektron mikroskobu (SEM), sonlu elemanlar analizi, 3 boyutlu profilometri, model üzerinde direkt ölçüm, ağırlık ve alan değerlendirmeleri şeklindedir (161–163). Kalitatif yöntemler ise orijinali 4 dereceli skala ve modifiye edilmiş versiyonu 5 dereceli skala olacak şekilde görsel olarak değerlendirilen ve subjektif olan ARI skor sistemidir (164). ARI skor sisteminin yaratıcıları Artun ve Bergland (165), braketlerin kopmasından sonra diş üzerinde kalan adeziv miktarını değerlendiren bir sistem oluşturmuşlardır. Bu indeks sistemi, 20 adet çekilmiş diş üzerinde yapılan bir pilot çalışmayla geliştirilerek ve skor 0= diş üzerinde hiç adeziv kalmaması, skor 1= adezivin yarısından daha azının diş üzerinde kalması, skor 2= adezivin yarısından fazlasının diş üzerinde kalması, skor 3= braket ağ baskısıyla beraber tüm adezivin diş üzerinde kalması şeklinde sınıflama yapılmıştır. Yıllardır ARI skorları, ortodontik adezivler üzerine yapılan çalışmalarda en sık kullanılan değerlendirmelerden biri olmuştur. Çünkü bu sistem nitel ve subjektiftir, daha doğru değerlendirme yapabilmek için orijinal sistemi değiştirmek gibi birçok girişimde bulunulmuştur veya yeni nicel metodlar geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu nedenle Artun ve Bergland'ın (165) bulduğu ARI sistemini genişleterek 5 veya 6 skalaya ayıran birçok çalışma yapılmıştır (166–168). O'Brien ve ark'nın (169) çalışması gibi başka çalışmalar ise, mine yüzeyinin büyütülmüş görüntüsü üzerinde, braket alanında kalan rezinin

miktarının yüzdesini hesaplamaya yönelik daha nicel metodlar geliştirmeye çalışmışlardır. Oliver ve ark (170), braketlerin bağlanma dayanımıyla ilgili yaptıkları bir araştırmalarında, bu sistem kullanıldığında gözlemciden gözlemciye farklılığın düşük olduğunu; fakat güvenilirliğin hep aynı büyütme altında değerlendirildiğini söylemişlerdir. Yine sistemin güvenilirliğine yönelik yapılan başka bir çalışmada David ve ark(171) sonik sayısallaştırıcılar ve doğrusal büyütme ile fotoğraflardan ölçülen kalan adeziv miktar alanını yüzdelik değerlere çevirmişler ve nicel bir metot geliştirmişlerdir. Nicel ve nitel yöntemlerin karşılaştırıldığı bu çalışmanın sonucuna göre, kalan adeziv miktarının daha doğru olarak belirlenmesi isteniyorsa nicel yöntemler kullanılmalıdır. Fakat nicel yöntemlerin uygulamasının zor ve zahmetli olması, özel ekipman gerektirmesi ve ayrıca klinikte uygulanmasının mümkün olmaması nedeniyle nitel metotların kullanımı önerilmiştir.

ARI skorlamasının doğru bir şekilde yapılması, ortodontik adezivin seçimi konusunda önemli bir faktördür. Mine ve adeziv arasındaki bağlanma dayanımı farklılığının ARI skorlarındaki farklılıklara etkisi olup olmadığı birçok çalışma (172–175) ile tartışılmıştır, fakat diş üzerinde daha az kalan adeziv sistemlerin koparma sonrası kalan rezinin temizlenmesinde daha kolay ve güvenli olduğu savunulmuştur (176,177). Bishara ve ark'na göre ortodontik tedavide iyi bir sonuç elde etmek için ortodontik braketlerin sökülmesinden sonra mine dokusunun sağlam olması çok önemlidir (178). Braketlerin sökülmesinden sonraki yüzeydeki mine kaybının 30-60 µm arasında değiştiği (179,180), hatta mine dokusundaki bu hasarın geri dönüşümsüz olduğu bildirilmiştir (181). Ayrıca kalan adeziv miktarı, hangi ortodontik adezivin seçileceği konusunda da önemlidir ve yüksek adeziv-mine bağlanma kuvvetinin daha yüksek ARI skorları sağlayacağı ve bu sebepten mine dokusunun daha az zarar göreceği düşünülmektedir (182).

3.GEREÇ VE YÖNTEM

Bu in vitro çalışma, Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenen DİŞ.15.017 numaralı destek projesi ile alınan sarf malzemeler kullanılarak Ortodonti Anabilim Dalı'nda yürütüldü.

Flor salan iki farklı yüzey örtücü materyalin in vitro değerlendirmesi amaçlanan bu tez çalışmasının yapım aşamaları Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi ve Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi.

Tablo 3.1 : Kullanılan Gereçler

| Gereçler Üretici Firma Seri No | İçerik | İçeriğin ağırlık olarak yüzdesi |
|--|--------------------------------|---------------------------------|
| Pro Seal™ (Reliance Orthodontic | Etoksilat bisfenol-A diakrilat | %10-50 |
| | Üretan akrilik ester | %10-40 |

| | | |
|---|---|--------|
| Products,Itasca,IL,USA) Yüze Örtücü (Seri No:14411) | Polietilenglikol diakrilat | %10-40 |
| | Florid içerikli cam partikülleri | %5-40 |
| Opal Seal™ (Opal Orthodontics Ultradent, South Jordan,UT,USA) Yüze Örtücü (Seri No:905061) | HPMA(2-hidroksipropil metakrilamid) | %17 |
| | Etil alkol | %16 |
| | Cam iyonomer ve nano doldurucular | % 38 |
| Panora 200 (Imicryl Diş Malzemeleri San. Ve Tic A.Ş., Konya, Turkey) (Seri No:15316) | Ortofosforik asit | %37 |
| Transbond™ XT (3M Unitek,Monrovia,CA,USA) Primer (Seri No: N628038) | Bis-GMA | %45-55 |
| | TEGDMA | %45-55 |
| | 4-(dimetilamino)-benzen etanol | < %3 |
| | DL-kamforokinon | < %3 |
| | Hidrokinon | < %3 |
| Tranbond™ Composite (3M Unitek,Monrovia,CA,USA) Yapıştırıcı (Seri No:N660371) | Bis-GMA | %10-20 |
| | Bisfenol A Bis(2-hidroksietil eter) DMA | %5-10 |
| | Silan uygulanmış kuartz | %70-80 |
| | Silan uygulanmış silika | < %2 |
| | Difeniliodoium hekzaflorofosfat | < %0.2 |

3.1. Gereç

3.1.1. Örneklerin Hazırlanmasında Kullanılan Gereçler

1. Elektronik dijital kumpas (Absolute Digimatik Mitutoyo, Tokyo, Japan)
2. Polisaj seti (Solidex polishing kit- Shofu, Ratingen, Germany)
3. Soğuk dental Imicryl self-cure akrilik (Imicryl Diş Malzemeleri San. Ve Tic A.Ş., Konya, Turkey)
4. 0.018 inç slotlu üst premolar braketleri (Master Series, American Orthodontics, Sheboygan, Wisconsin, USA)
5. Panora 200 (%37 ortofosforik asit) (Imicryl Diş Malzemeleri San. Ve Tic A.Ş., Konya, Turkey)
6. Transbond™ XT Primer (3M Unitek, Monrovia, CA, USA)
7. Opal Seal™ (Opal Orthodontics, South Jordan, Utah, USA) flor silan yüze örtücü

8. Pro Seal™ (Reliance Orthodontic Products, Itasca, IL, USA) flor salan yüzey örtücü
9. Transbond™ XT Composite (3M Unitek, Monrovia, CA, USA)
10. Işıklı polimerizasyon cihazı, Valo Cordless (Ultradent Products, South Jordan, Utah, USA)

3.1.2. Termal döngü

- Termal döngü cihazı (Thermocycler 1100/1200, SD Mechatronik, Pleidelsheim, Germany)

3.1.3. Makaslama Kuvveti Testi

- Universal test cihazı (Instron 3345, USA)

3.1.4. Stereomikroskop

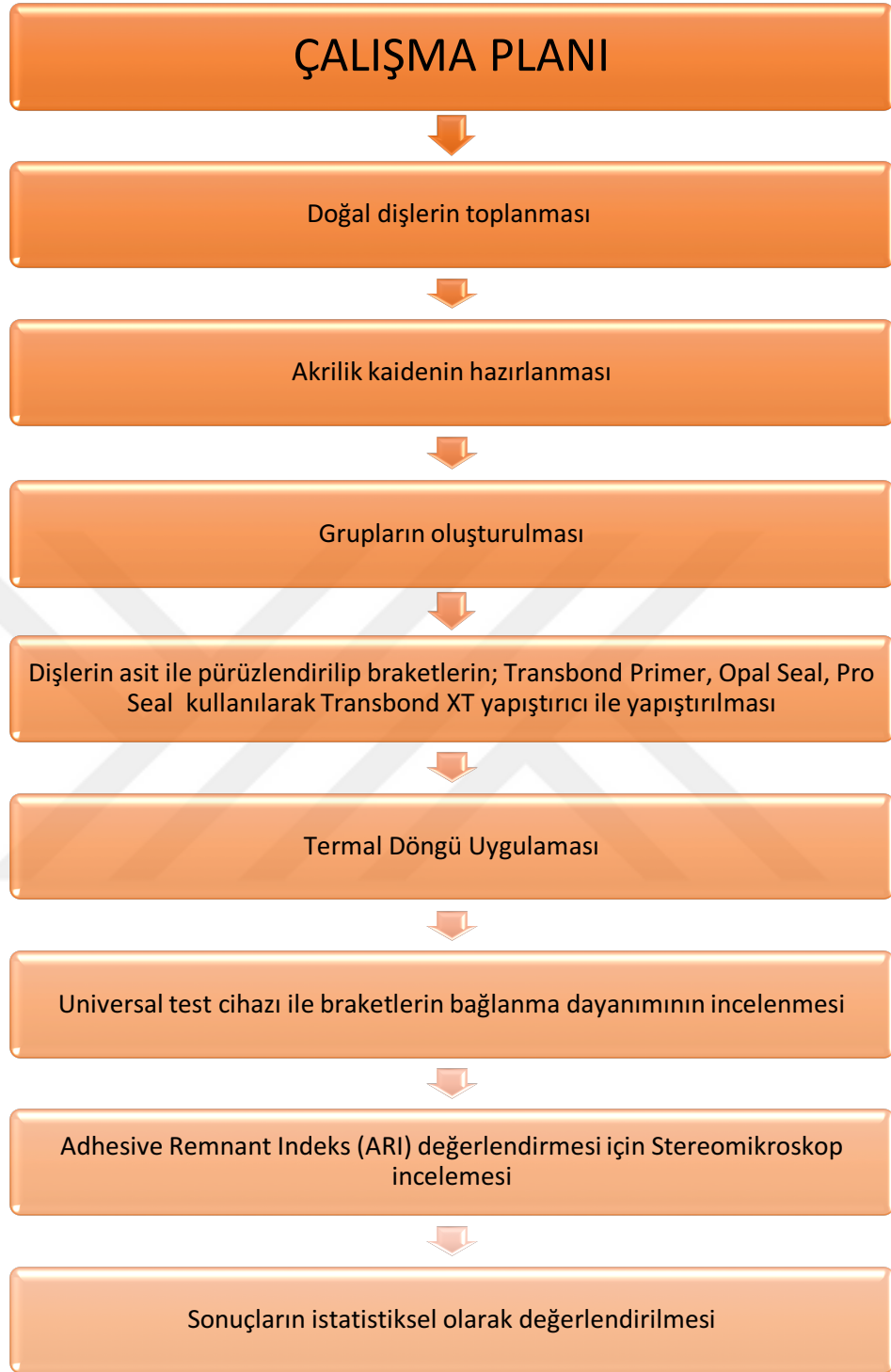
- Leica Stereomikroskop (Wetzlar, Germany)

3.1.7. İstatistiksel Analiz

- İstatistiksel analizler SPSS istatistik programı (Statistical Package for Social Sciences version 2.1, SPSS Inc., Chicago, Illinois)

3.2. Yöntem

Flor salan iki farklı yüzey örtücü materyalin bağlanma dayanımlarının in vitro olarak değerlendirildiği çalışmada sırası ile; doğal dişlerin toplanması, akrilik kaidenin hazırlanması, dişlerin asit ile pürüzlendirilip farklı adezivler uygulanarak braketlerin yapıştırılması ve deney gruplarının oluşturulması, termal döngü uygulaması, bağlanma dayanımı testi uygulanması, stereomikroskop incelemesi ve sonuçların istatistiksel analizinin yapılması aşamalarıyla gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1: Çalışma Planı

3.2.1. Doğal Dişlerin Toplanması

Tez çalışmasında; ortodontik ve periodontal nedenlerle çekilmiş 105 adet çürüksüz, restorasyonsuz, çatlak ve kırık olmayan insan üst premolar dişi toplandı. Dişlerin meziodistal ve bukkolingual boyutları elektronik dijital kumpas (Absolute Digimatik Mitutoyo, Tokyo, Japan) kullanılarak ölçüldü ve maksimum %5 sapmayla benzer boyutlardaki dişler seçildi. Toplanan dişlerin üzerindeki doku artıkları ve debris tabakasının temizliği periodontal küretler, pomza ve polisaj seti (Solidex polishing kit, Shofu, Ratingen, Germany) ile yapıldı. Temizliği takiben dişler çalışmanın sonuna kadar distile suda en fazla 3 ay bekletildi.

3.2.2. Akrilik Kaidenin Hazırlanması

Dişler 3×3×3 cm ebatındaki plastik kalıplara gömülmeden önce mine sement sınırının 2 mm apikali ölçüldü (Resim 3.1.).



Resim 3.1.: Dişlerin mine sement sınırının ölçülmesi

Doğrultunun bozulmaması için dişlerin, daha önceden işaretlediğimiz mine sement sınırının 2 mm apikalinden kürdanlar mum ile yapıştırıldı. Akrilik kaideyi

oluşturacağımız plastik kalıplarda doğrultuları ve açıları kontrol edilerek sabitlendi(Resim 3.2.).

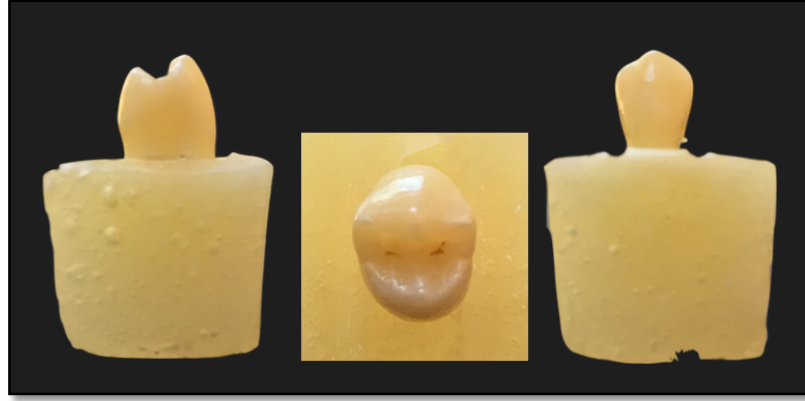


Resim 3.2.: Dişlerin plastik kalıplarda sabitlenmesi

Self cure soğuk akrilik rezin (Imicryl Diş Malzemeleri San. Ve Tic A.Ş., Konya, Turkey), üretici firmanın önerileri doğrultusunda karıştırılarak kalıplara döküldü ve hava kabarcığı kalmamasına dikkat edildi(Resim 3.3.). Akrilik rezin polimerizasyonu tamamlandığında dişler akrilik bloklardan uzaklaştırıldı(Resim 3.4.).



Resim 3.3.: Imicryl Soğuk Akrilik



Resim 3.4.: Dişlerin akrilik bloklara gömülmesi

3.2.3. Grupların Oluşturulması

105 adet insan üst premolar dişi rastgele 3 gruba ayrıldı (n=35).

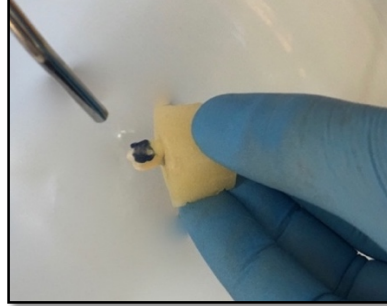
3.2.3.1. Grup 1 Oluşturulması

Akrilik kalıptaki dişlerin bukkal yüzeylerine, braketlerin yapıştırılacağı bölgeye %37'lik ortofosforik asit Panora 200 (Imicryl Diş Malzemeleri San. Ve Tic A.Ş., Konya, Turkey) 30 saniye süre ile uygulandı(Resim 3.5.).



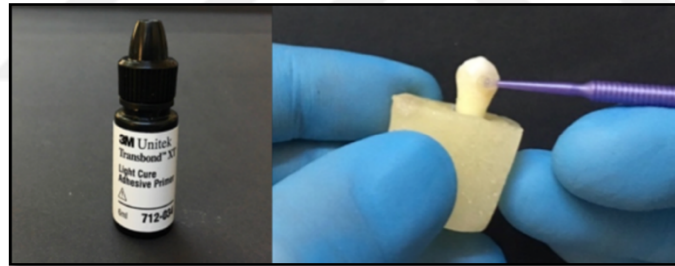
Resim 3.5.: Diş yüzeylerinin asitle pürüzlendirilmesi

Ardından 20 saniye su spreyi ile yıkandı(Resim3.6.). Yüzeyde tebeşirimsi beyaz görüntü görülünceye kadar yağsız hava ile kurutuldu. Asit ile pürüzlendirilen yüzeylerin opak hale gelmesi gereklidir.



Resim 3.6.: Dişlerin yıkanıp kurulanması

Kontrol grubundaki dişlere ışıkla sertleşen ve içeriğinde %45-55 oranında BIS-EMA ile %45-55 oranında Triethilen-GMA bulunduran Transbond™ XT primer (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) bond fırçası ile uygulandı(Resim 3.7.).



Resim 3.7.: Dişlere primer adeziv uygulanması

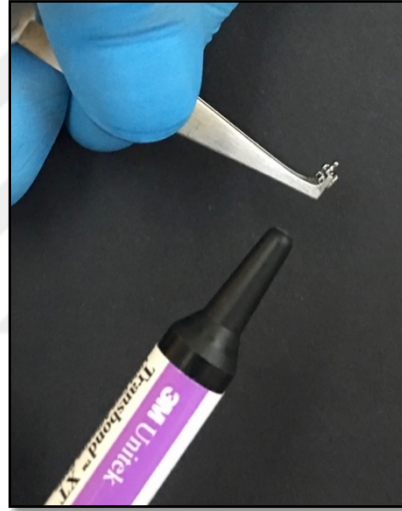
Valo Cordless ışık tabancası (Ultradent Products, South Jordan, Utah, USA) ile 3 saniye ışıklandı(Resim3.8.).



Resim 3.8.: Valo Cordless Işık Cihazı

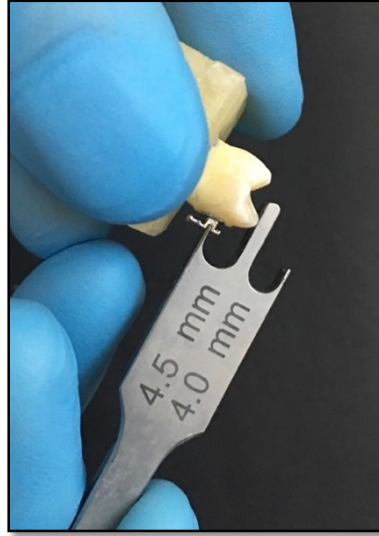


Resim 3.9.: Transbond™ XT yapıştırıcı



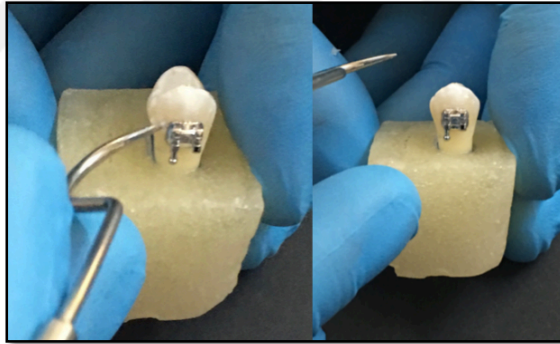
Resim 3.10. : Braketlere yapıştırıcı uygulanması

Braketlerin diş yüzeyine bağlanacağı kısımlarına ışıkla sertleşen kompozit rezin, Transbond™ XT (3M Unitek, Monvoria, CA, USA) gereken miktarda yerleştirildi. Transbond™ XT, ışıkla sertleşen ve florür salımı yapmayan pasta-likit yapıda (no mix) bir kompozit rezin adezivdir(Resim 3.9.-Resim 3.10.). %14 BIS-GMA, %12 BIS-EMA'dan oluşup içinde %70 oranında quartz ve sub-mikron silika partikülleri vardır. Braketlerin diş ekvator hattında, meziodistal ve okluzogingival olarak dişin orta üçlüsünde olduğu haç ile kontrol edildi(Resim 3.11.). Braketlerin, dişin uzun aksına paralel olacak şekilde yerleştirilmesine dikkat edildi.



Resim 3.11. : Braket pozisyonlarının kontrolü

Taşan fazla yapıştırıcılar dikkatlice braketlerin pozisyonları değiştirilmeden temizlendi(Resim 3.12.).

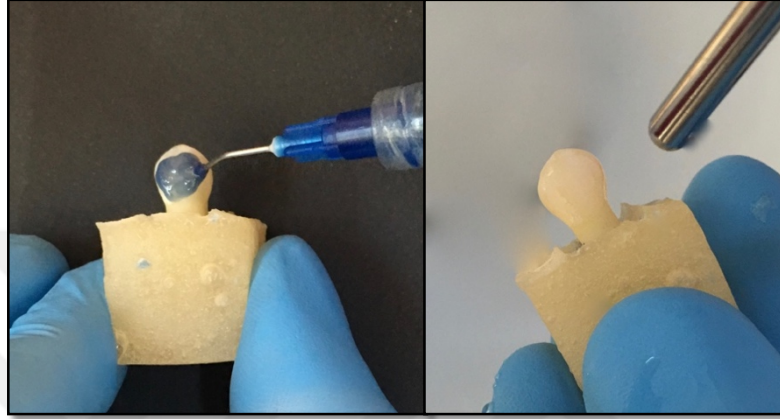


Resim 3.12. : Yapıştırıcı artıklarının temizlenmesi

Yapıştırıcının polimerizasyonu için üretici firmanın talimatları doğrultusunda Valo Cordless ışık tabancası (Ultradent Products, South Jordan, Utah, USA) ile Plasma modunda 6 saniye ışık mezial ve distal taraflardan uygulandı. Işık tabancasının ucu diş yüzeyine 45° açı ile ve brakete olabildiğince yakın tutuldu. Işık cihazının ışık yoğunluğu (3200 mW/cm^2) ve dalga boyuna (440-480 nm) bağlı olarak daha kısa sürelerde polimerizasyon sağlandı.

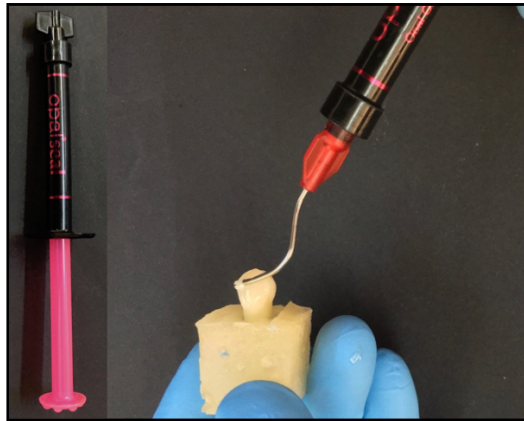
3.2.3.2. Grup 2 Oluşturulması

Dişler %37'lik ortofosforik asit Panora 200 (Imicryl Diş Malzemeleri San. Ve Tic A.ř., Konya, Turkey) ile 30 saniye asitlendi, 20 saniye boyunca su ile yıkandı ve opak görünüme kadar yağsız hava ile kurutuldu(Resim 3.13.).



Resim 3.13. : Diş yüzeylerinin asitlenip kurutulması

Opal Seal™ (Opal Orthodontics, South Jordan, Utah, USA) yüzey örtücü diş üzerine uygulandı, 2 saniye boyunca hafifçe kurutuldu ve üretici talimatlarına göre Valo Cordless (Ultradent Products, South Jordan, Utah, USA) ışık tabancası 3 saniye süre ile ışıklandırılarak polimerizasyon tamamlandı(Resim 3.14.).

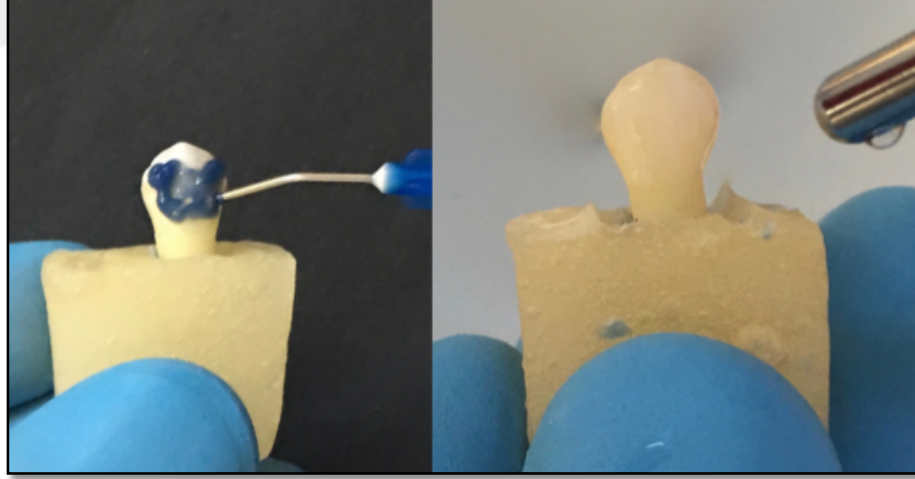


Resim 3.14. : Opal Seal Uygulanması

Yüzey örtücü uygulanan dişlere Transbond™ XT kompozit rezin (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) ile braketler yapıştırıldı, artıklar temizlendi ve pozisyonu kontrol edildikten sonra Valo Cordless ışık tabancası (Ultradent Products, South Jordan, Utah, USA) ile Plasma modunda 6 saniye boyunca mezial ve distal taraflardan ışıklandırılarak polimerizasyonu sağlandı. Işık tabancasının ucu diş yüzeyine 45° açı ile ve brakete olabildiğince yakın tutuldu. Işık cihazının ışık yoğunluğu (3200 mW/cm²) ve dalga boyuna (440-480 nm) bağlı olarak daha kısa sürelerde polimerizasyon sağlandı.

3.2.3.3. Grup 3 Oluşturulması

Dişler %37'lik ortofosforik asit Panora 200 (Imicryl Diş Malzemeleri San. Ve Tic A.Ş., Konya, Turkey) ile 30 saniye asitlendi, 20 saniye boyunca su ile yıkandı ve opak görüntü elde edilinceye kadar yağsız hava ile kurutuldu(Resim 3.15.).



Resim 3.15. : Diş Yüzeyinin Asitlenmesi

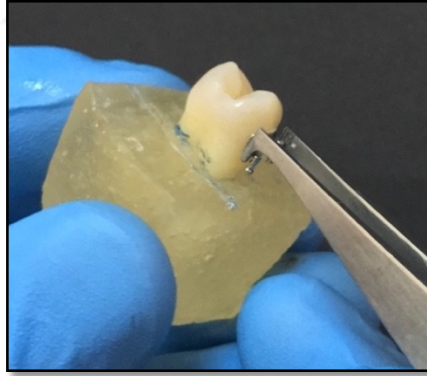
Pro Seal™ (Reliance Orthodontic Products, Itasca, IL, USA) yüzey örtücü diş üzerine uygulandı, 2 saniye hafifçe kurutuldu ve üretici firmanın talimatlarına göre

Valo Cordless (Ultradent Products, South Jordan, Utah, USA) ışık tabancası 6 saniye süre ile ışıklandı(Resim 3.16.).



Resim 3.16. : Pro Seal Uygulanması

Pro Seal yüzey örtücü uygulanan dişlere Transbond™ XT kompozit rezin (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) ile braketler dişin uzun aksına paralel olacak şekilde meziodistal ve okluzogingival olarak dişin orta üçlüsüne yerleştirildi(Resim 3.17.-Resim 3.18.).

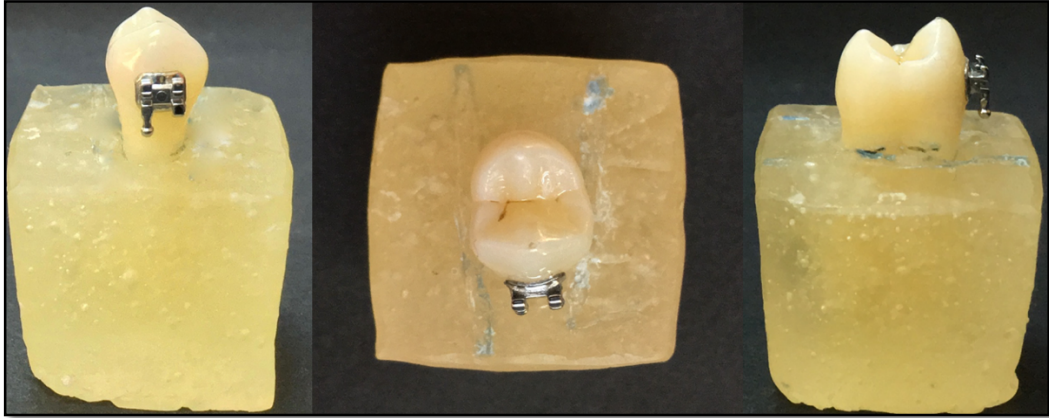


Resim 3.17. : Braketin diş üzerine yerleştirilmesi

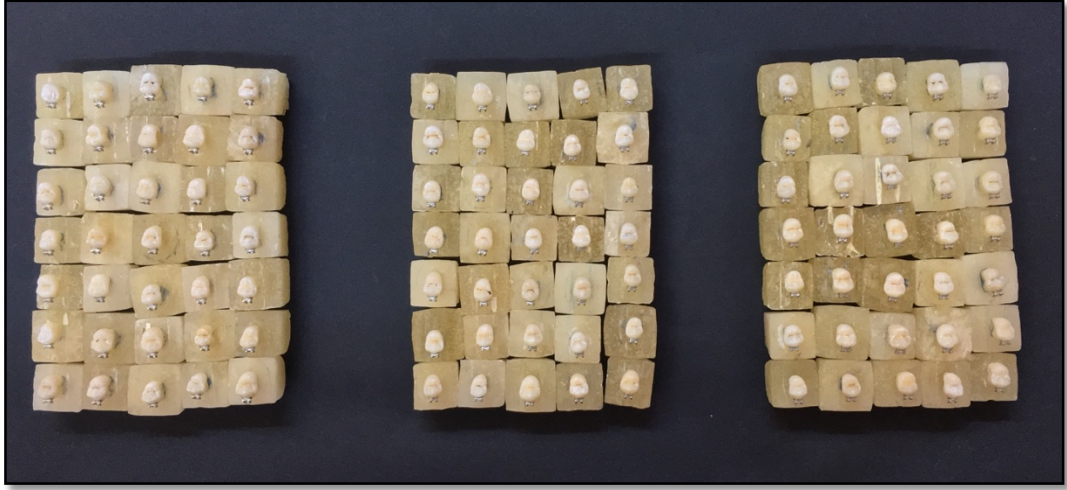


Resim 3.18. : Braket pozisyonlarının kontrolü

Braketlerin etrafındaki fazla yapıştırıcı artıkları temizlendikten sonra Valo Cordless ışık tabancası (Ultradent Products, South Jordan, Utah, USA) ile Plasma modunda 6 saniye süre ile mezial ve distal taraflardan ışıklandırılarak polimerize edildi. Işık tabancasının ucu diş yüzeyine 45° açı ile ve brakete olabildiğince yakın tutuldu. Işık cihazının ışık yoğunluğu (3200 mW/cm^2) ve dalga boyuna (440-480 nm) bağlı olarak daha kısa sürelerde polimerizasyon sağlandı.



Resim 3.19. : Yapıştırılmış braketin görünümü

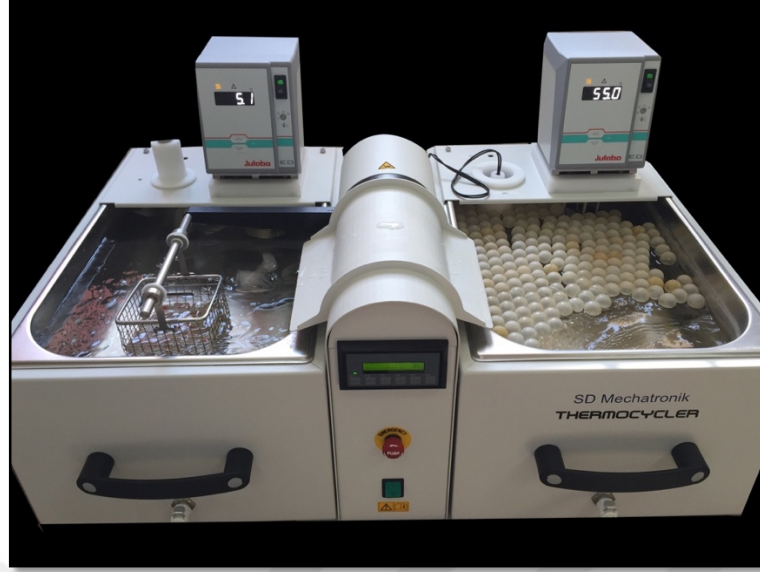


Resim 3.20. : Braketlenmiş dişlerin gruplara ayrılması

3.2.4. Termal Döngü Uygulaması

Braketlerin diş yüzeylerine yapıştırılmasının tamamlanmasının ardından tüm örnekler 37°C distile suda 24 saat bekletildi. Bu işlemi takiben tüm örnekler $+5\pm 2^\circ\text{C}$ soğuk distile su ve $+55\pm 2^\circ\text{C}$ sıcak su bulunan iki bölme ile süzme işleminin yapıldığı ara bölmeden oluşan termal döngü cihazında (Thermocycler 1100/1200, SD Mechatronik, Pleidelsheim, Germany) 5000 defa termal döngü işlemi uygulandı.

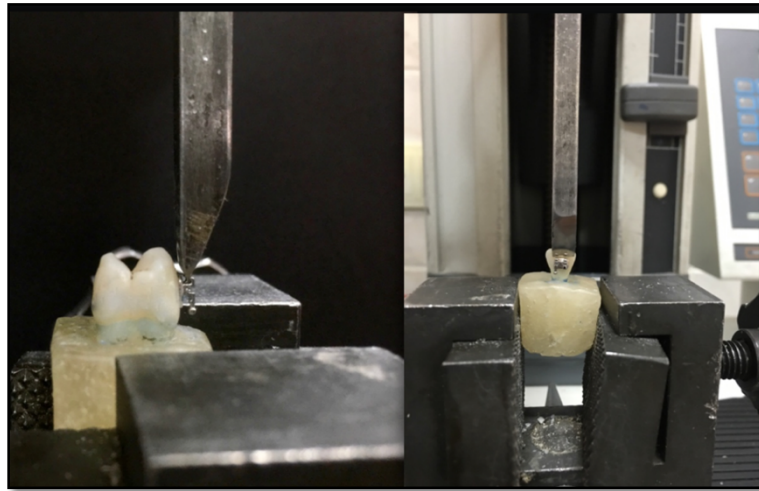
Örnekler gruplar halinde yerleştirilerek su banyolarında kalma süreleri 25 sn, transfer zamanı 10 sn olacak şekilde ayarlandı(Resim 3.21.).



Resim 3.21.: Termal Döngü Cihazı

3.2.5. Bağlanma Dayanımı Testi

Örnekler universal test cihazına (Instron 3345,USA) bağlandı ve paslanmaz çelik keski şeklinde uç, braket tabanına dik gelecek ve braketle diş yüzeyi arasında kopmayı gerçekleştirecek şekilde ayarlandı. 0.5 mm/dk hız uygulanarak kopma meydana gelene kadar kuvvet uygulandı. Kopan braketlerin bağlanma dayanımı değerleri bilgisayar yardımı ile kayıt edildi(Resim 3.22.).



Resim 3.22.: Universal test cihazı ile bağlanma dayanımı testi uygulaması

Bilgisayara kayıt edilen değerler test cihazının ölçtüğü Newton değerinden olduğu için, makaslama bağlanma dayanımını ölçebilmek açısından değerler Megapascal'a (MPa) çevrildi. Bu da, Newton değerlerini braket tabanının alanına bölünerek elde edildi. Braket taban alanı ölçüleri üretici firmanın verdiği bilgiler doğrultusunda 10.2652 mm² olarak alındı.

$$R_S \text{ (MPa)} = F \text{ (Newton)} / A \text{ (mm}^2\text{)}$$

R_S (MPa): Makaslama bağlanma dayanımı

F (Newton): Ölçülen kuvvet değerleri

A (mm²): Braketin taban alanı

3.2.6 Adhesive Remnant Index (ARI) Analizi

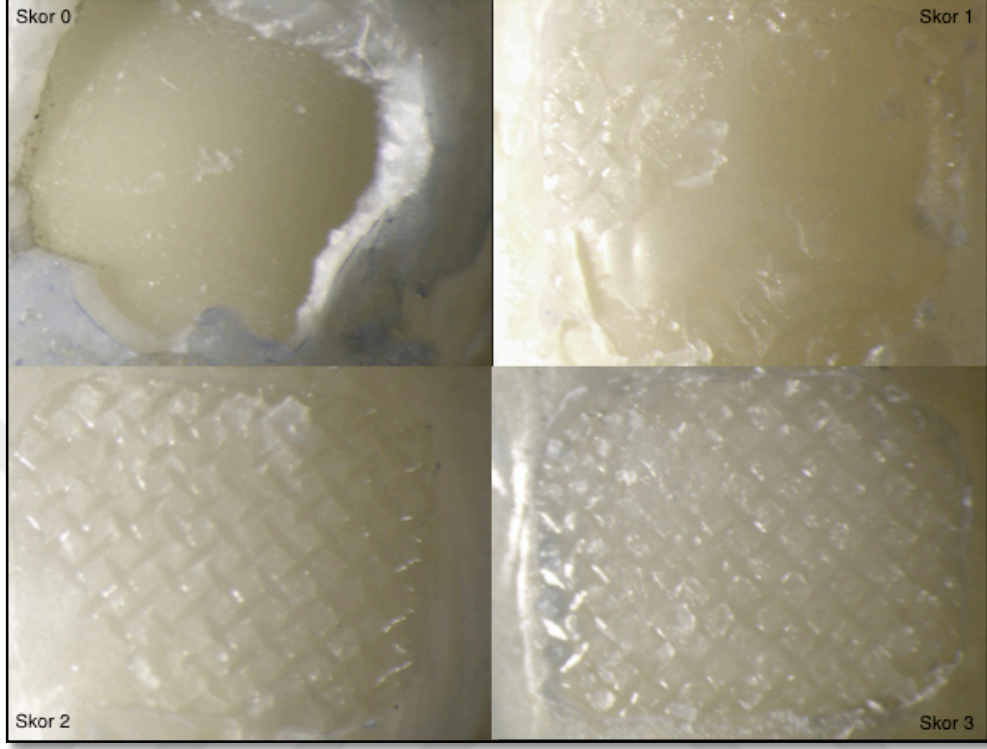
Bağlanma dayanımı testi sonrası örnekler, x20 büyütmede stereomikroskopta (Leica, Wetzlar, Germany) incelendi ve elde edilen verilerin Adhesive Remnant Index (ARI) analizi, Artun ve Bergland'ın sınıflamasına göre gruplandı (Resim 3.23.) (165):

Skor 0: Mine yüzeyinde hiç adeziv kalmaması

Skor 1: Adezivin %50'sinden daha azının mine üzerinde kalması

Skor 2: Adezivin %50'sinden daha fazlasının mine yüzeyinde kalması

Skor 3: Adezivin tamamının mine yüzeyinde kalması



Resim 3.23. : ARI skora

3.2.7. İstatistiksel Değerlendirme

Araştırma sonucu elde edilen bulguların istatistiksel analizi Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı'nda yapıldı. İstatistik programı olarak SPSS istatistik programı (Statistical Package for Social Sciences version 2.1., SPSS Inc., Chicago, Illinois) kullanıldı.

Anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

Bağlanma başarısızlıkları Adhesive Remnant Index (ARI)'ine göre gruplandırıldı ve istatistiksel analiz yapıldı.

4.BULGULAR

4.1. Braket Bağlanma Dayanımı Bulguları Analizi

Bağlanma dayanımı bulgularının analizinde kullanılacak istatistiksel test yönteminin seçilebilmesi için veri dağılımının normal dağılıma uygunluğu ve varyansların homojenliği değerlendirildi. Veri dağılımının normal dağılıma uyduğu Shapiro-Wilk testi, varyansların homojenliği ise Levene testine göre değerlendirildi ve grup varyanslarının homojen olduğu görüldü. Bu nedenle bulguların analizinde tek yönlü ANOVA testi kullanılmıştır. Tek yönlü ANOVA testine göre gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$).

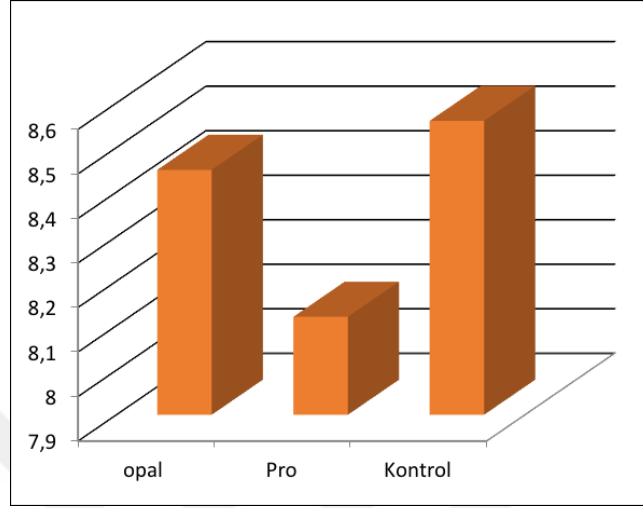
Çalışmamızda grupların kırılma dayanımını ve ortalama değerleri tabloda belirtilmiştir(Tablo 4.1.).

En yüksek ortalama bağlanma dayanımı değeri (8.55 MPa) kontrol grubunda gözlenirken, en düşük ortalama bağlanma dayanımı değeri (8.11 MPa) Pro Seal grubunda gözlenmiştir. Kontrol ve deney gruplarının ortalama bağlanma dayanımı değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır($p>0.05$)(Şekil 4.1.-Şekil 4.2.).

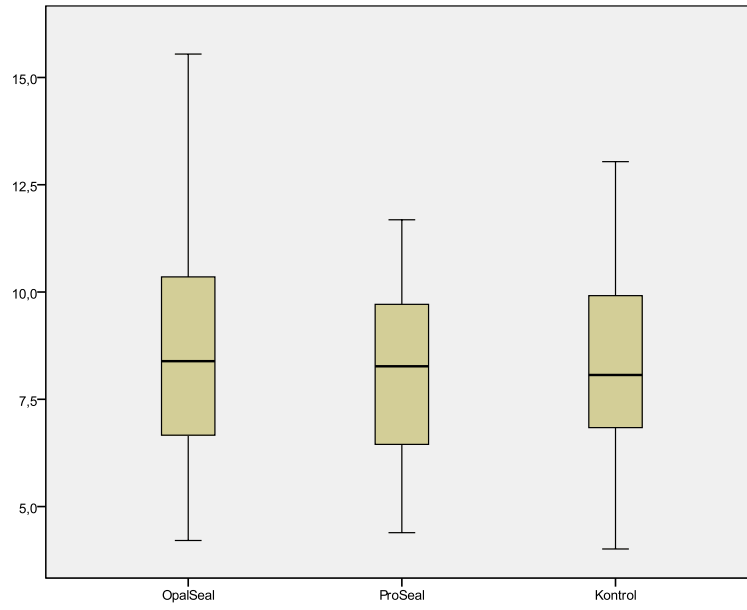
Tablo 4.1.: Test edilen grupların bağlanma dayanımı ortalama değerleri

| Grup | Ortalama Bağlanma Dayanımı Değeri (MPa) | Standart Sapma (SD) | Max | Min |
|---------------|---|---------------------|-------|------|
| Grup1 (n=35) | 8.55 | 2.27 | 13.04 | 4.01 |
| Grup 2 (n=35) | 8.49 | 2.43 | 15.54 | 4.20 |
| Grup 3 (n=35) | 8.11 | 2.06 | 11.68 | 4.39 |

Şekil 4.1.: Bağlanma Dayanımının Grafik Dağılımı



Şekil 4.2.: Bağlanma Dayanımı Diagram Dağılımı



4.2. Adhesive Remnant Indeks Analizi

Bağlanma dayanımı testi sonrası örneklerin mine yüzeylerinde kalan kompozit rezin artıkları “Adhesive Remnant Indeks” ile değerlendirilmiştir. Üç farklı grup için belirlenmiş ARI skorları sıralı (ordinal) veriler olduğundan istatistiksel analiz non-parametrik testlerle yapılmıştır.

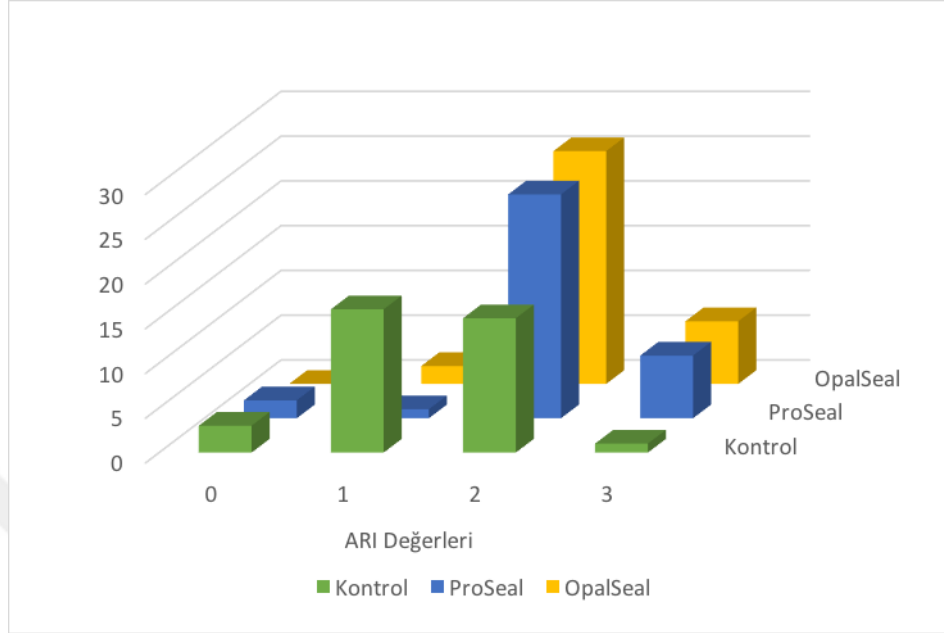
Üç grup için yapılan Kruskal Wallis test sonucu, gruplar arasında fark olduğunu gösterdi ($p < 0.05$). Gruplar arasında fark bulunduğu ikili karşılaştırmalar için Bonferroni düzeltmeli Mann Whitney U testi uygulandı. Test sonuçları Bonferroni düzeltmesinden dolayı $0.05/3 = 0.016$ 'e göre değerlendirildi. Bu değerden küçük bulunan sonuçlar anlamlı kabul edildi. İstatistiksel test sonuçlarına göre; gruplar arasında anlamlı farklılıkların olduğu ve bunların; Grup 1 ve Grup 3 gruplarının birbirinden farklı ($p < 0.016$), kontrol ve Grup 2 gruplarının birbirinden farklı ($p < 0.016$) olduğu bulundu. Ancak Grup 3 ile Grup 2 grupları arasında fark bulunmadı ($p > 0.016$).

Grupların kendi içinde ARI değerlendirmesi Tablo 4.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2.: ARI skorlaması değerlendirme

| | | Grup 1 | Grup 2 | Grup 3 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| ARI Değerleri | Skor 0 | 3 | 0 | 2 |
| | | %8.6 | %0.0 | %5.7 |
| | Skor 1 | 16 | 2 | 1 |
| | | %45.7 | %5.7 | %2.9 |
| | Skor 2 | 15 | 26 | 25 |
| | | %42.9 | %74.3 | %71.4 |
| | Skor 3 | 1 | 7 | 7 |
| | | %2.9 | %20.0 | %20.0 |

Şekil 4.3.: ARI skorları sayısal dağılım



5.TARTIŞMA

Ağız ve dişlerin görünümü estetik değerlendirme açısından oldukça önemlidir. Bunun sebebi; vücudun estetik olarak en göz önünde olan kısmının yüz bölgesi ve yüz bölgesindeki en önemli yerin de ağız ve dişlerin estetiği olmasıdır (183–185). Çocuklarla yapılan çalışmada çocuklar arasında en büyük alay sebebinin boy, kilo ve saçtan sonra dişler olduğu belirtilmiştir (186).

Uzmanlar ve halk, güzel olmayan diş ve yüz görünümünün çocuklar üzerindeki etkisinin olumsuz olduğunu düşünmektedir. Bu yüzden de ortodontik tedavi maksatlı kliniklere başvuran hastaların çoğunluğu fonksiyonel değil, estetik kaygıyla gelmektedir. Tedavi görme isteğinin nedeni ile ilgili yapılan bir çalışmada dişlerin görünümü (%84) en büyük etkenken; diş hekimi tavsiyesi (%52) ve yüz görünümü (%41) bunu takip etmektedir (187). Dişlerinin güzel görünümü için ortodontik tedaviye başlayan hastalarda, tedavilerinin sonunda dişlerinin üzerinde beyaz lekeler oluşması ise hayal kırıklığıdır.

Ortodontik braketlerin yapıştırılması sonrasında ağız içi karyojenitede artış görülmektedir (4). Plak birikiminin en çok olduğu alanlar, dişlerin servikal sınırları ile braketlerin mine yüzeyi ile birleşim alanlarıdır. Sabit yapıştırılabilen veya bantlanabilen apareyler ile yapılan ortodontik tedavinin dental plak artışına sebep olduğu ve bakteriyel ortam ile fakültatif bakteri popülasyonunu arttırdığı bilinmektedir (2,4,32). Sabit ortodontik tedavi boyunca, özellikle dişlerin bukkal yüzeylerinde çürük oranında artış olduğu birçok çalışma ile kanıtlanmıştır (1,5,6). Mine çürüğünün erken dönem belirtisi olarak ortaya çıkan ve beyaz nokta lezyonları olarak isimlendirilen demineralize lezyonlar, uzun süreli bir tedavi olan ortodontik tedavinin en büyük komplikasyonlarından biridir ve ortodontik tedavi gören hastalar görmeyenlere göre daha yüksek risk altındadır (7,188,189). Ortodontik tedavi sırasında beyaz nokta lezyonu görülme sıklığı %73-95'tir (190).Beyaz nokta lezyonları minede yaklaşık %50 oranında mineral kaybına neden olur. Bu mineral kaybindan dolayı minenin sertliğinde ve kırılma indisinde değişiklikler olur. Bu sebeple ışık dağılımında oluşan değişim mineye opak tebeşirimsi görüntü verir (191). Ortodontik tedavi esnasında beyaz nokta lezyonlarının oluşmasını etkileyen bazı faktörler vardır. Bunlar; aparey dizaynı, braketin etrafındaki taşkın yapıştırıcı,

tükürük akış hızı ve muhteviyatı, bakteri plağı kompozisyonu, minenin mineral içeriğı ve diyet faktörleridir (3,6,192,193). Beyaz nokta lezyonlarının dört haftalık bir tedavi sürecinde bile oluşabileğiği, çalışmalarla kanıtlanmıştır (1,7,32). Bu küçük lezyonların remineralize olabileceği belirtilmişse de (194,195), uzun yıllar boyunca estetik olarak etkisini sürdürebileceği bir gerçektir (7). Tedavi sonlandırıldığı zaman etken ortadan kalkar ve lezyon gelişimi durur, plak birikimi azalır, tükürük dişler üzerinde remineralize edici etki yapmaya başlar. Mine dokusu kısmen remineralize olabilmesine rağmen, opak mine lezyonları sıklıkla geri dönüşümsüzdür (6,32,196). Demineralize opak mine lezyonlarının, ortodontik tedavinin tamamlanmasından 5 yıl sonra bile hala remineralize olmaya dirençli olduğu görülmüştür (5).

Mine demineralizasyonunun azaltılmasına yönelik çalışmalar devam etmektedir. Araştırmacılar florlu cilalar, diş macunları, ağız gargaraları ve jeller gibi ajanların çürük oluşma sıklığını azalttığını göstermelerine rağmen, asıl olarak florür salan dental materyaller çürükleri önlemede umut verici bir rol oynarlar (131,197). Florür salan dental materyallerin çürük oluşumu ve gelişimini önleyici rolü, literatürde iyi bilinmektedir (198). Bu materyaller yavaş ve sürekli florür salımı yaptıklarından, mine dokusunun sürekli ama düşük seviyede flor iyonlarıyla etkileşmesini sağlar ve böylece minenin flor açısından doğunluğunu arttırırlar. Asidik pH'taki 1 ppm oranında düşük konsantrasyonlu florür, hidroksiapatit kristalleri üzerine ince florapatit katmanı oluşturur ve demineralizasyonu engeller (199). Çalışmalarda yüksek-tek doz yerine, düşük doz sürekli flor uygulamasının daha etkili olduğu belirtilmiştir (200,201). 0.02-0.06 ppm arası düşük ama sürekli florür uygulamasının çürük oluşumunu engellediği bulunmuştur (115). Underwood ve ark.'ları (202), flor salma özelliği olan ortodontik kompozitleri inceledikleri çalışmalarında, kompozit rezinlerin braketlerin etrafındaki mine dokusunda erken dönem demineralizasyonunu engellediğini; bunu da uzun süreli düşük doz flor salma özelliğiyle yaptığını söylemişlerdir. Flor uygulamasının lezyonu iyileştirme ihtimalinin yanında hipermineralize hale çevirip daha da belirginleştirme ihtimali mevcut olduğundan yüksek dozda florür uygulamasından kaçınılması gerektiği bildirilmiştir (203).

Uygulanan florun sıklığı ile minenin korunma derecesi arasında bir ilişki olduğ u saptanmıştır (204,205) . Fakat florun doğru bir etkinlik gösterebilmesi için

hasta kooperasyonunun da yeterli olması gerekir ve hastanın işbirliği, ortodontik tedavinin zorlu bir yönüdür. Geiger ve ark'nın (78,204), hastaların sadece %12-13'ünün önerilen florürlü gargara programına mükemmel uyduğunu açıklayan 2 çalışması ile bu problemin altı çizilmiştir. O'Reilly ve Featherstone (32), günde iki kere florlu diş macunu kullanan hastalarda bile, ortodontik braketlere komşu bölgelerde sadece 1 ay içinde demineralizasyon gelişebildiğini bulmuşlardır. Gordon ve Featherstone da (31), benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Demineralizasyonu azaltmak için hasta bakımı gerektirmeyen çeşitli yöntemler vardır. Florlu cilalar bir seçenektir, fakat birkaç seferlik bir uygulama gerektirirler ve genellikle lezyonların varlıklarından sonra ancak gelişimlerini önlemek amaçlı kullanılırlar. Hasta bakımı gerektirmeyen başka bir yöntem ise florür salan yapıştırma sistemleridir. Bu sistemlere; cam iyonomer simanlar, poliasit modifiye kompozit rezinler, rezin modifiye cam iyonomer simanlar ve yüzey örtücüler örnek olarak verilebilir.

Mine yüzeyine yüzey örtücü uygulanması; hasta uyumu gerektirmemesi, uygulama kolaylığı ve florür rezervuarı gibi rol oynaması avantajlarından dolayı tercih edilen bir yöntemdir (206,207). Ortodontide demineralizasyonu önlemek için yüzey örtücülerin kullanılması aslında çok yeni bir fikir değildir (135,206). Asit uygulamasından sonra yüzey örtücü uygulamasının bağlanma dayanımını arttırması, asitlenen mine dokusunun örtülmesi ve braket etrafında demineralizasyonun önlenmesi gibi çeşitli avantajları olabileceği düşünülmüştür. Yüzey örtücülerin remineralizasyon kapasitesi, materyalin uygulama kalınlığı ve abrazyon direncine bağlıdır (143). Yüzey örtücülerdeki doldurucuların oranının ve büyüklüğünün, materyalin aşınma özelliklerini etkilediği bilinir (208). Kimyasal polimerize olan yüzey örtücülerin, oksijen baskılaması sebebiyle sertleşmesini tamamlayamadığı ve mine yüzeyini tam olarak kaplayamadıkları tespit edilmiştir (5,78,137,138,196). Işıkla sertleşen yüzey örtücülerin in vitro değerlendirildiği çalışmalarda ise, bu materyallerin geniş mine yüzeylerini tam olarak kaplayabildiği ve demineralizasyonun durdurulmasında etkili olduğu gösterilmiştir (138,196,209,210). Elde edilen bu in vitro sonuçlar bir yana bu materyaller, klinikte aynı başarıyı gösterememiş ve kimyasal polimerize olan yüzey örtücülerden daha etkin oldukları kanıtlanamamıştır (140,211). Bunun nedeni olarak ışıkla sertleşen yüzey örtücülerin doldurucusuz veya az dolduruculu olmalarından dolayı abrazyon dirençlerinin düşük

olmasına bağı olarak gerekli başarıyı sağlayamadığı düşünölmektedir (212). Gwinnett ve Ceen'in (2) yaptıkları çalışmada adeziv rezinler mikroskopik olarak incelenmiş ve kimyasal polimerizasyonla sertleşenlerde 50-100 µm kalınlığında polimerize olmayan tabakalar tespit edilmiştir. Ayrıca yüzey örtücü uygulanmadan önce ortamın izolasyonunun sağlanması, retansiyonla yakından ilgili olduğu belirtilmiştir (141). Uygun koşullarda uygulanan yüzey örtücülerin mine yüzeyinde izolasyon sağladıkları ve demineralizasyonu engelledikleri belirtilse de, materyal etkinliğini daha da arttırmak için florür eklenmesi düşünölmüştür (140). Bu amaçla piyasaya Pro Seal ve Opal Seal gibi hem yüksek doldurucu oranına hem de florür salma yeteneğine sahip materyaller tanıtılmıştır.

Wenderoth ve ark.'ları (211), yaptıkları bir çalışmada florür serbestleyen, ışıkla sertleşen ve hafif dolduruculu bir yüzey örtücü materyali in vivo olarak değerlendirmiş ve kontrol ile deney grubu arasında mine demineralizasyonu açısından anlamlı bir fark bulmamışlardır. Buna sebep olarak ise ajanın abrazyon direncindeki yetersizlik ve klinik uygulama güçlüğü gösterilmiştir.

Buren ve ark (213), florlu cila, doldurucusuz rezin yüzey örtücü ve dolduruculu rezin yüzey örtücü Pro Seal uygulanan minede demineralizasyonun engellenebilme etkisini araştırdıkları çalışmalarının sonucunda; Pro Seal materyalinin en koruyucu yöntem olduğunu söylemişlerdir.

2005 yılında yapılan in vitro bir çalışmada, ışıkla polimerize olan ve flor salan dolduruculu bir materyal olan Pro Seal demineralizasyon açısından değerlendirilmiştir. Her biri 10 adet insan üçüncü molar dişinden oluşan beş adet grup oluşturulmuştur. İşlem görmemiş mine yüzeyi, asitlenmiş mine yüzeyi, florlu bir cila uygulanmış mine yüzeyi, asitlenmiş ve doldurucusuz yüzey örtücü (Transbond XT) uygulanmış mine yüzeyi ve asitlenmiş ve dolduruculu yüzey örtücü (Pro Seal) uygulanmış mine yüzeyi olan gruplar oluşturulmuş ve remineralizasyon-demineralizasyon döngüsüne maruz bırakılıp; döngü sonunda mikrosertlik testi ile değerlendirme yapılmıştır. Çalışma sonunda Pro Seal grubunun diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı miktarda daha az demineralizasyon gösterdiği bulunmuştur (143).

Soliman ve ark (214), yaptıkları çalışmada Pro Seal'ın 17 haftalık bir süre boyunca salgıladığı florür miktarını ve tekrar florür depolayabilme özelliğini

değerlendirmişler ve Pro Seal'ın bu süre boyunca devam eden fakat azalan bir şekilde florür salgıladığını, bununla birlikte ortama ilave edilen florür iyonlarını tekrar depolayabildiğini tespit etmişlerdir.

Pro Seal ile yapılan çalışmalarda bu materyalin doldurucusuz rezin veya florür içerenlere göre demineralizasyonu önlemede daha etkili olduğu bulunmuştur (143,213). Fakat bu sonuçlara zıt olarak Leizer ve ark'nın (215), dolduruculu flor salan yüzey örtücü Pro Seal ile doldurucusuz ve flor salmayan rezini karşılaştırdıkları 12-18 aylık takip çalışmalarının sonucunda demineralizasyonu önleme açısından aralarında belirgin bir fark bulunmamıştır. Baysal ve ark'nın (216); Opal Seal, Pro Seal, Transbond XT ve Transbond Plus Self-Etching ortodontik adezivlerin braket çevresindeki demineralizasyona etkilerini inceledikleri çalışmalarında kalsiyum salınımı açısından Opal Seal'in etkinliği olmasa da Pro Seal'in etkinliği olduğunu söylemek mümkündür. Opal Seal'in zamana bağlı olarak koruyucu etkisinin azalması flor salımının azalmasıyla veya diş yüzeyindeki adezivin zaman içerisinde uzaklaşmasıyla açıklanabilir. Opal Seal'in demineralizasyona karşı etkinliği konusundaki Basdra ve ark.ları çalışmalarında ilk 24 saatte florür iyonlarında bir başlangıç patlaması ve daha sonra zaman içerisinde florür salınım miktarının azaldığını bildirmişlerdir. 90 günün sonunda ise ortamda hiç florür iyonu bulunmadığını tespit etmişlerdir (217). Tüfekçi ve ark.larının (147)Opal Seal'in braketler etrafındaki demineralizasyonu önleme etkinliği konulu in vivo çalışmalarının sonucunda flor salan ve salmayan yüzey örtücülerin beyaz nokta lezyonlarına etkinliği açısından aralarında fark bulunmamıştır; fakat Opal Seal uygulanan grupta 90 günden önce yapılan ölçümlerde beyaz nokta lezyonlarında daha belirgin bir azalma gözlenmiştir. Buna göre Opal Seal'in etkinliğinin 3 aydan sonra ortadan kalktığı söylenebilir ve ortodontik tedavi sırasında bir kaç defa uygulanmayı gerektirirler.

Bu yüzey örtücülerin demineralizasyona etkileri konusunda farklı görüşler hakim olsa da, demineralizasyonu azalttıkları kabul gören bir düşüncedir. Çünkü florür ilavesi mine çözünürlüğünü azaltabilir, ayrıca çürük direncini artırarak hipomineralize minenin remineralizasyonuna yardımcı olabilir (132).

Flor ilavesi demineralizasyonu engellemede başarılı olsa da, florun braketlerin bağlanma dayanımına olan olumsuz etkisi birçok araştırmacı tarafından

vurgulanmıştır (218–220). Asit ile hazırlanan mine yüzeyi üzerine topikal sodyum florid, stannöz florid, titanyum tetraflorid ve zirkonyum tetraflorid'in bağlanma dayanımını düşürdüğü bulunmuştur (221). Ayrıca asit ile pürüzlendirme sonucu oluşan interprizmatik boşluklara topikal flor uygulandığında bu boşlukların doldurulduğu veya mine yüzeyinde reaksiyon ürünleri bulunmasının fiziksel bariyer oluşturarak bağlanma dayanımını azalttığı belirtilmiştir (209,221).

Ortodontik tedavinin çeşitli aşamalarında topikal florür uygulamaları yapılabilir. Asitle pürüzlendirme öncesi (221), florür ilave edilmiş asitle pürüzlendirme (222,223) ve asitle pürüzlendirmeden sonra (224) flor uygulamasının braketlerin bağlanma dayanımına etkisi incelenmiş ve tartışmalı sonuçlar bulunmuştur. Bazı çalışmalar bağlanma dayanımın asitle pürüzlendirmeden önce (9) veya sonra flor uygulanmasıyla Bishara ve ark'larının (178) gibi belirgin olarak azaldığını göstermişlerdir (225). Bu durum florür solüsyonlarının yüzey enerjisini düşürerek, adezivin yayılma yeteneğini azaltmasıyla açıklanabilir (226). Ayrıca yüksek konsantrasyonda florür uygulamasının asitle pürüzlendirmeden hem önce hem sonra uygulanmasının bağlanma dayanımını düşürdüğü Al-Kawari ve Al-Jobair (227) tarafından yapılan çalışmayla bildirilmiştir. Yüksek dozda flora maruz kalan dişlerin genellikle pürüzlendirmeye daha dirençli olduğu ve pürüzlendirmek için daha uzun sürelere ihtiyaç duyduğu bilinir (226).

Bu sonuçlara bakarak florürün braketlerin makaslama bağlanma dayanımını olumsuz etkilediği söylenebilse de, yeni üretilen Pro Seal ve Opal Seal yüzey örtücü materyallerde durum her zaman böyle olmayabilir. Çünkü bu materyaller yavaş ve uzun süreli florür salımı yapmalarının yanısıra, yüksek doldurucu içerikleri ve oksijen inhibisyon tabakasının oluşumuna izin vermemeleri sayesinde daha yüksek mekanik özelliklere sahiptir. Böylece aşınmaya dirençli oldukları ve mikrosızıntıyı önleyerek diş dokusuna daha sağlam bağlandıkları söylenebilir. Bu araştırmada Opal Seal ve Pro Seal adlı iki farklı yüzey örtücü in vitro olarak karşılaştırılmıştır. Işıkla sertleşen, florür salma ve reşarj etme özelliği olan dolduruculu yüzey örtücülerin braket bağlanma dayanımını etkileyip etkilemediğine bakılmıştır. Çünkü braketlerdeki bağlanma başarısızlıkları tedaviyi geciktirir; zaman, malzeme ve hasta zahmetine mal olur. Bu nedenle ağız içi koşullarını en iyi taklit eden yöntemle araştırılmanın yapılması, klinik durumlara ışık tutacağından oldukça değerlidir. Diş

kökene (sığır veya insan dişi), saklama koşulları, mine yüzeyine yapılan ön işlemler, kuvvetin uygulama yönü ve hızı, yükleme modu gibi faktörler bağlanma dayanımına etki eder.

Ortodontide herhangi bir yeni materyal çıktığı zaman in vitro ve in vivo olarak; bağlanma dayanımı, marjinal sızıntı, biyouyumluluk gibi tüm yönlerden araştırılması gereklidir. Ortodontik materyallerin bağlanma dayanımına olan etkilerinin tespitinde izlenecek en iyi yol, test edilmesi planlanan materyalin ağız ortamına benzer tasarımda hazırlanarak testin gerçekleştirilmesidir. İn vivo çalışmalar en uygun yöntem olmalarına rağmen, pek çok açıdan hasta ve hekim için zahmetli, zaman alıcı, yüksek maliyetli olmakla birlikte; standardizasyonlarını sağlamak da zordur (228). Ayrıca hasta takibindeki güçlükler ve bireysel farklılıklar nedeniyle başarısızlık kaynağının tam olarak belirlenememesi söz konusudur (153,229,230). Bu nedenle araştırmacılar in vitro testlere yönelmişlerdir ki, bunda da, en önemli faktörlerden biri standardizasyondur. Standart örneklerle uygulanan testler tekrarlanabilir sonuçlar alınmasına olanak verirken, ağızda kullanılacak materyallerin özelliklerinin tespitinde doğal dişlerin kullanılması ve klinik şartların yansıtılmaya çalışılması, materyallerin maruz kalacakları kompleks kuvvetlere karşı gösterecekleri dayanıklılığın tespitinde daha sağlıklı sonuçlar verecektir (231).

İN vitro çalışmalarda kullanılan doğal dişlerin boyutlarında ve anatomik özelliklerinde farklılıkların olması, pulpa ile dentin arasındaki mesafenin standardize edilememesi, doğal diş kullanımının dezavantajlarıdır. Doğal dişlerin boyutları arasındaki minimal farklılıkların, in vitro testlerde istatistiksel olarak anlamlı etkisi olmadığı belirtilmiştir (232). Bu tez çalışmasında %5 sapmayla boyutları birbirine yakın dişler tercih edildi.

Bu çalışmada, periodontal harabiyet sebebiyle veya ortodontik tedavi amaçlı çekilmiş çürüksüz doğal dişler kullanıldı. Çürüksüz dişlerin tercih edilme sebebi; çürük gibi bir uyarıcı varlığında bağlanma dayanımını değiştireceğinden, standardizasyonun sağlanamaması olacaktır (233).

Çekilen dişler distile su içerisinde bekletilerek kuru ortamda kalmaları ve mikrobiyal aktiviteleri engellendi. ISO'nun bildirimlerinde distile su veya benzeri ortamlarda saklanan dişlerin mümkünse çekimlerden hemen sonra veya en geç 6 ay içerisinde kullanılmaları önerilmektedir (234). Saklanan solüsyonlar kadar bekleme

süresi de önemlidir. Tez çalışmamızda, dişler; bu nedenle distile suda, en fazla 3 ay boyunca bekletildi.

Braketlerin diş yüzeylerine yapıştırılması aşamaları üretici firmaların talimatları doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Valo ışık cihazı kullanılarak yapılan çalışmalarda Valo ışık cihazının daha kısa sürede daha iyi polimerizasyon dönüşümleri sağlaması (235,236) açısından bu çalışmada kullanılması tercih edilmiştir.

Braketlerin yapıştırılmasından sonra ağız ortamındaki nemi ve sıcaklığı taklit edebilmek için tüm örnekler, makaslama bağlanma dayanımı testinden önce 37 °C distile suda 24 saat beklemiştir (237). Literatürde su, salin, yapay tükürük gibi farklı saklama ortamları kullanılmıştır, fakat makaslama bağlama dayanımı test sonuçlarını saklama ortamının etkilemediği bildirilmiştir (238).

Örneklerin hazırlanmasından sonra özellikle adezivlerin bağlanma dayanımını etkileyen yapıştırmadan sonra uygulanacak testin süresi ve koşulları gibi iki kritik faktör vardır. Ortodontik adezivler ağız içinde sık olarak sıcaklık değişimlerine maruz kalırlar. Gale ve Darvell' e göre (152) yeme ve içmeyle meydana gelen rutin sıcaklık değerlerini ölçmek zordur. Çünkü bu alışkanlıklar, kişiden kişiye hatta ağızın farklı bölgelerinde bile farklı sonuçlar alınmasına neden olur. Ayrıca hava sıcaklığının, nemin ve nefes alırken oluşan hava akımının ağız içi sıcaklığını değiştirebileceğini söylemişlerdir. Bishara ve ark. (239) braketin yerleştirilmesinden sonra termal döngü uygulamasının, 24 saat su içinde bekletmeden daha düşük bağlanma dayanımı değerlerine sebep olduğunu söylemişlerdir. Bu nedenle bu tez çalışmasında yapay yaşlandırma yöntemlerinden termal döngü işlemi ağız içi koşulları daha doğru yansıttığı düşünülerek seçildi.

Termal döngü işlemi ağız içindeki ortamı taklit etmek için uygulanır. Bu tez çalışmasında termal döngü işlemi ISO standartları (234) doğrultusunda uygulandı. Hızlandırılmış bir yaşlandırma testi olan bu yöntem, pek çok çalışmada 5°C-55°C arasında uygulanırken döngü sayıları farklılık göstermektedir. Bunun için standart haline gelmiş bir görüş henüz yoktur. 10000 döngünün 1 yıllık performansı yansıttığı düşünülmüş (152) ve bu tez çalışmasında da 5000 döngü kullanılarak 6 aylık klinik performans taklit edilmiş, sonrasındaki değişiklikler izlenmiştir.

Her örneğe universal test cihazı kullanılarak braket diş yüzeyinden ayrılana kadar keski uçlu yükleme başı ile aksiyal kuvvet uygulanmıştır. Daha doğru sonuçlar elde edebilmek açısından bu konuda yapılan diğer çalışmalar (240–243) referans alınarak keski şeklindeki uç, direkt braket tabanı ile diş yüzeyi arasına pozisyonlandırılmış ve momentsiz saf makaslama kuvveti oluşması istenmiştir.

Tez çalışmasının sonuçlarına bakılacak olursa, braketlerin makaslama bağlanma dayanımları ortalama değerlerine göre istatistiksel olarak aralarında bir fark bulunmamıştır. Buna göre kontrol grubu ile florür salımı yapan yüzey örtücüler arasında fark olmaması, florür ilave edilmiş yüzey örtücülerin bağlanma dayanımını olumsuz etkilemediği söylenebilir. Bunun nedeni bu materyallerin yüksek doldurucu içeriklerinden dolayı, artmış mekanik özelliklere ve daha az mikrosızıntı özelliğine sahip olması ile açıklanabilir. Bu sonuçlar başka çalışmaların sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Hirce ve ark.'ları (244), minenin asitle pürüzlendirilmesinden sonra flor uygulamış ve yapıştırma ajanının bağlanma dayanımını değerlendirmişlerdir. %2 NaF içeren %50'lik ortofosforik asitle pürüzlendirme sonrası 3 dakikalık bazik fosfat florid ile muamele edilen ve asitle pürüzlendirme sonrası %8'lik stannöz florid ile muamele edilen deney grupları sadece %50'lik fosforik asitle pürüzlendirilmiş mine dokusuyla kıyaslanmıştır. Topikal bazik fosfat florid veya %8'lik stannöz florid ile muamelenin bağlanma dayanımı üzerine herhangi bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir.

Thornton ve ark.'ları (245), farklı konsantrasyonlarda florid içerikli fosforik asitler ile muamele edilen mine dokusunda çeşitli rezinlerin bağlanma dayanımını ölçmüşler ve istatistiksel olarak herhangi bir fark bulmamışlardır.

Bishara ve ark.'ları (224), %2'lik ve %4'lük NaF ilaveli 0,1 M fosforik asit ile muamele edilen mine yüzeylerine adeziv bağlanma dayanımını ölçmüş ve bu içeriklerin bağlanma dayanımı üzerine etkisi olmadığını bulmuşlardır.

Godoy ve ark.'ları (223), %38'lik fosforik asit solüsyonu ve %0.5 NaF içerikli %60'lık fosforik asit solüsyonunu karşılaştırdıkları çalışmalarında, mine dokularını pürüzlendirilerek, ortodontik braketleri yapıştırmış ve bağlanma dayanımlarına bakmışlardır. Sonuç olarak flor içerikli fosforik asidin istatistiksel olarak çok daha yüksek bağlanma dayanımı gösterdiğini bulmuşlardır.

Büyükyılmaz ve ark.'ları (246), asitle pürüzlendirilmiş yüzeye TiF_4 uygulaması ile ortaya çıkan reaksiyon ürünleri tabakasının, mine yüzeyine ve ortodontik apareylerin bağlanma dayanımlarına negatif etki etmediğini söylemişlerdir.

Damon ve ark.'ları (241), 13.500 ppm ve 2500 ppm flor içeren ve flor içermeyen üç farklı pasta ile asitle muamele öncesi dişleri temizlemişler ve sonuç olarak braket bağlanma dayanımı açısından herhangi bir fark bulmamışlardır.

Meng ve ark.'ları (222), %37'lik fosforik asit ve %1.23 NaF katılmış %37'lik fosforik asit ile muamele edilen örneklerin karşılaştırması sonucu bağlanma dayanımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulmamışlardır.

Sayınsu ve ark.'ları (247), asitle pürüzlendirilmiş mine yüzeyine, braketlerin altına koruyucu bir lak kullanmış ve bağlanma dayanımında herhangi bir değişiklik gözlememişlerdir.

Sonis ve Snell (248), ışıkla polimerize olan ve flor salan bir yüzey örtücü sistemini inceledikleri çalışmalarında, braketlerin tedavi sürecinde sağlam olarak dişlerin üzerinde kaldıkları ve de etraflarında dekalsifikasyon alanları oluşumunu önlediklerini bulmuştur.

Suchita ve ark.'larının (249) 60 insan üst premolar dişi üzerindeki çalışmasına göre, Pro Seal uygulanan grup ve uygulanmayan kontrol grubu arasında braket bağlanma dayanımı açısından herhangi bir anlamlı fark olmadığı belirtilmiştir.

Bishara ve ark.ları (178), Pro Seal yüzey örtücü materyalinin, braketlerin ilk yapıştırılmasından hastanın ağızına ilk ark teli takılana kadar olan süreyi yansıttığı düşünülen yarım saat içinde makaslama bağlanma dayanımını etkilemediğini söylemişlerdir. Bishara ve ark.ları (145) Pro Seal'ın adeziv kaplanmış metal braketlerde makaslama bağlanma dayanımını etkilemediğini bildirmişlerdir.

Varlık ve ark (250), Pro Seal uygulamasının braketlerin bağlanma başarısızlıklarına etkisini in vivo inceledikleri çalışmalarında Pro Seal'ın braketlerin düşmesine bir etkisinin olmadığını görmüşlerdir.

Paschos ve ark (251), Pro Seal uygulandıktan sonraki braketlerin makaslama koparma bağlanma dayanımını araştırdıkları çalışmalarında, Pro Seal'ın braketlerin makaslama bağlanma dayanımına olumsuz bir etkisinin olmadığını söylemişlerdir.

Pro Seal ve Opal Seal materyalleri içerik olarak birbirlerinden farklı olmalarına rağmen bu çalışmanın sonuçlarına göre istatistiksel olarak bağlanma dayanımlarında bir fark olmadığı bulunmuştur. Premaraj ve ark'nın (252) Opal Seal ve Pro Seal adezivlerinin aşınma dirençleri, renk değişimleri ve mikrosertlikleri gibi mekanik ve estetik özelliklerini in vitro araştırdıkları çalışmalarında; Pro Seal daha yüksek aşınma direncine sahipken, Opal Seal daha iyi renk stabilitesine sahip ve daha yüksek mikrosertliğe sahip olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar Mettenburg ve ark.larının çalışma sonuçlarıyla da örtüşmektedir (253). Ayrıca Pro Seal materyali transparan özelliğinden dolayı ince bir tabaka halinde uygulanabilmesine olanak sağlar. Böylece estetik kaygılar nedeniyle diğer yüzey örtücülerin uygulanamayacağı anterior dişlerin fasiyal mine yüzeylerinde uygulama alanları vardır (133)

Ortodontide sabit tedavide kullanılan materyaller klinik ihtiyaca cevap vermeli ve yeterli bağlanma dayanımı sergilemelidir. Bu konuda Powers ve Messersmith ortodontik amaçlı kullanılacak adeziv materyallerin en az 8 MPa makaslama kuvvetlerine direnç göstermesi gerektiğini bildirmişlerdir (254). Reynolds'a göre çoğu klinik ortodontik ihtiyaçlara göre yeterli minimum gerilim bağlanma dayanımı 5,9- 7,8 MPa arasında olmalıdır ve bu değerlerin altındaki değerler başarısızlıkla sonuçlanacaktır (237). Bu çalışmada da test edilen tüm örneklerin bağlanma dayanımı değerleri bu değerler arasında veya daha yüksektir. Fakat önerilen bu değerler materyallerin gerilim stresleri baz alınarak söylenmiştir ve bu çalışmada makaslama bağlanma dayanımı araştırılmıştır.

Yapılan bu çalışmalar ışığında, bu tez çalışmasında yeni yüzey örtücü materyaller olan Pro Seal ve Opal Seal'ın , rutin kullanımında bağlanma başarısızlıkları ile ilgili herhangi bir sorunla karşılaşmayacağı söylenebilir.

Ortodontik braketlerin sökülmesinden sonra pürüzsüz ve sağlam mine yüzeyi elde edilmesi klinisyenlerin öncelikli endişesidir (255). Bunun için de, bağlanma başarısızlığının adeziv-mine arayüzünde oluşmasındansa, braket-adeziv arayüzü veya adezivin kendi içinde olması istenir. Çünkü braket sökümü esnasında mine kırığı ve çatlaması meydana gelebildiği bildirilmiştir (256). Bu nedenle braket sökümü veya kopmasından sonra minenin durumu çok önemlidir. Ortodontide kalan adeziv miktarının değerlendirilmesi, minenin durumunu tayin etmek açısından önemli değere sahiptir. ARI skor sistemi bu amaçla geliştirilmiş bir yöntemdir. ARI

skor sisteminin ortodontik adeziv sistemlerle ilgili çalışmalarda önemli bir değeri vardır ve herhangi özel bir ekipman gerektirmeyen basit ve hızlı bir metottur. Fakat güvenilirliğine yönelik şüpheler mevcuttur. Çehrelî ve ark'nın (164), fotoğrafların taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile analizinin yapıldığı ve kalan adeziv miktarının yüksek çözünürlüklü haritasının elde edilerek X-ray spektrometreyle sayısal değerlerin elde edildiği nicel bir yöntemi ve ARI gibi nitel yöntemi karşılaştırdıkları çalışmalarına göre iki yöntemin de benzer sonuçlar verdiği söylenmiştir. Bu nedenle uygulama kolaylığı, özel ekipmana ihtiyaç duymaması, klinikte uygulanabilirliği yönünden ve benzer çalışmalarda kullanılması nedeniyle bu çalışmada da ARI skor sistemi kullanıldı. Montasser ve ark.'larının (257) çalışmasına göre, braket bağlanma dayanımı testi sonrası örnekler çıplak gözle, x10 ve x20 büyütmeyle stereomikroskopta görsel olarak incelenmiştir. Sonuç olarak çıplak göz ve x20 büyütme arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur ve skorlardaki değişiklikler ağırlıklı olarak skor 0 ve skor 2 alanlarında not edilmiştir. Yani x20 büyütme ile bakıldığında daha yüksek skorlara doğru eğilim varken, x10 büyütmede ve çıplak gözde ise daha düşük skorlara eğilim vardır. Buna göre daha yüksek büyütmenin kalan adeziv miktarını değerlendirmede daha doğru sonuçlar verdiği söylenebilir. Bu çalışmada da örnekler, stereomikroskopta ayarlanan x20 büyütmeyle incelenmiştir ve gruplar arası istatistiksel analizi yapılan ARI skorlarına göre kontrol ve deney grupları arasında fark bulunmuştur. ARI skorlamasının yüksek olması diş dokusu üzerinde kalan yapıştırıcı miktarının fazla olması anlamına gelmektedir yani yüksek değerler minede hidroksiapatit kristallerinde bozulma olmayacağı anlamına gelir (258). Dahası diş üzerinde kalan adeziv, bitim frezleri ile mineye zarar vermeden kolayca kaldırılabilir. Pro Seal ve Opal Seal gruplarındaki ARI skorlarına göre kompozitin %50'den fazlasının diş üzerinde kaldığı durumlarda mine kopmalarına daha az rastlanması ve hassas tekniklerle çalışıldığında söküm sırasında mine yüzeyine daha az zarar verilecek olması sebebiyle daha çok istenen bir sonuçtur.

Grup içi ARI skorlarının değerlendirilmesine göre Skor 0 ve 1 en fazla kontrol grubunda (%8.6, %45.7), Skor 2 Opal Seal grubunda(%74.3), Skor 3 ise Opal Seal ve Pro Seal grubunda eşit oranlarda (%20) bulunmaktadır.

Kontrol grubunda skor yoğunluğu %45.7 ile Skor 1'dir. Yapıştırıcının %50'den daha azının diş üzerinde kaldığı durumdur. Bu sebepten dolayı Transbond XT primer kullanılan gruplarda braketlerin kopması sonucu mine dokusunun daha fazla zarar gördüğü sonucu çıkmaktadır.

Skor 2'nin baskın olduğu Pro Seal ve Opal Seal grupları kendi içlerinde de minenin daha az zarar gördüğünü göstermektedir.

Makaslama bağlanma dayanımı testi ve ARI değerlendirmesi sonrası 3 adet örnekte mine kırığına rastlandı. Bunun sebebi Liu ve ark'nın (259) çalışmasında da olduğu gibi yüksek bağlanma dayanımına sahip örneklerde bu kırıkların görülebileceğidir.

Genel olarak braket-adeziv-mine sistemi arasındaki en zayıf halka adeziv-braket arayüzündedir (260,261).

Tüm bu sonuçlar göz önüne alındığında bağlanma dayanımı açısından istatistiksel fark bulunmadığından diş dokusunun daha az zarar görmesi amacıyla Pro Seal ve Opal Seal'in rutin kullanıma daha fazla sokulması gerekmektedir. Fakat bu çalışmanın in vitro bir çalışma olduğu ve ağız içi ortamının kısıtlı bir şekilde taklit edilerek, sonuçların elde edildiği ve bu şekilde değerlendirilmesi gerektiği unutulmamalıdır. Flor salan yeni yüzey örtücü materyallerin braketlerin bağlanma dayanımına etkisinin olup olmadığı diğer çalışmalar ve klinik çalışmalarla desteklenmelidir.(103)

6.SONUÇLAR

1. Kontrol ve deney grupları arasında bağlanma dayanımı açısından herhangi bir fark bulunamamıştır
2. Kontrol ve Pro Seal grubu arasında ARI skorlamasına göre fark bulunmuştur.
3. Kontrol ve Opal Seal grupları arasında ARI skorlamasına göre fark bulunmuştur.
4. Pro Seal ve Opal Seal grupları arasında ARI skorlamasına göre fark bulunmamıştır.



7.KAYNAKLAR

1. Gorelick L, Geiger A, Gwinnett A. Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am J Orthod.* 1982;81(2):93–8.
2. Gwinnett AJ, Ceen RF. Plaque distribution on bonded brackets: a scanning microscope study. *Am J Orthod.* 1979;75(6):667–77.
3. Chatterjee R, Kleinberg I. Effect of orthodontic band placement on the chemical composition of human incisor tooth plaque. *Arch Oral Biol.* Pergamon; 1979;24(2):97–100.
4. Zachrisson BU, Zachrisson S. Caries incidence and orthodontic treatment with fixed appliances. *Eur J Oral Sci.* 1971;79(2):183–92.
5. Øgaard B. Prevalence of white spot lesions in 19-year-olds: A study on untreated and orthodontically treated persons 5 years after treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1989;96(5):423–7.
6. Artun J, Brobakken BO. Prevalence of carious white spots after orthodontic treatment with multibonded appliances. *Eur J Orthod.* 1986 Nov;8(4):229–34.
7. Mizrahi E. Enamel demineralization following orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 1982;82:62.
8. Silverstone L. Remineralization phenomena. *Caries Res.* 1977;11(1):59–84.
9. Tabrizi A, Cakirer B. A comparative evaluation of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate and fluoride on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Eur J Orthod.* 2011;33:355–9.
10. Ten Cate J, Featherstone J. Physicochemical aspects of fluoride enamel interactions. In: *Fluoride in Dentistry*(2nd edition). 1996. p. 252.
11. Willmot DR. White lesions after orthodontic treatment: does low fluoride make a difference? *J Orthod.* 2004;31(3):235–42.
12. Pindborg JJ. *Pathology of dental hard tissues.* 1970. 443 p.
13. Bakhmudov BR, Bakhmudova ZB. Caries prevalence and intensity and the health and hygiene habits of oral care in pregnant women. *Stomatologiya (Mosk).* 1999;79(3):12–4.
14. Sreebny L, Valdini A. Xerostomia: A Neglected Symptom. *Arch Intern Med.* 1987;147(7):1333–7.
15. Tenovuo O. *Human saliva: Clinical chemistry and microbiology.* CRC pres. 1983. 25-35 p.
16. Wu AJ, Ship JA. A characterization of major salivary gland flow rates in the presence of medications and systemic diseases. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol.* Mosby; 1993;76(3):301–6.
17. Sreebny LM, Schwartz SS. A reference guide to drugs and dry mouth. *Gerodontology.* 1986;5(2):75–99.
18. Brawnwald E, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Longo DL, Jameson J.

- Harrison's principles of internal medicine. McGraw Hillbook Company, Edition-11 th; 2001. 1995-1999 p.
19. Çokpekin DF, Köymen DG, Başak DF, Akbulut DE, Altun DC. Engelliler Okuluna Devam Eden Çocukların Ağız Diş Sağlığı Yönünden Değerlendirilmesi. GÜLHANE Med J. 2003;228.
 20. Cooper JS, Fu K, Marks J, Silverman S. Late effects of radiation therapy in the head and neck region. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 1995;31(5):1141–64.
 21. Guggenheimer J, Moore. PA. Xerostomia: etiology, recognition and treatment. *J Am Dent Assoc.* 2003;134(1):61*69.
 22. Escribano Hernández A. Results of a dental care protocol for mentally handicapped patients set in a primary health care area in Spain. *Med Oral, Patol Oral y Cirugía Bucal.* 2007;12(7):492–5.
 23. Lundstrom F, Karasse B. Caries incidence in orthodontic patients with high levels of *Streptococcus mutans*. *Eur J Orthod.* 1987;9:117–21.
 24. Scheie A, Arneberg P, Krogstad O. Effect of orthodontic treatment on prevalence of *Streptococcus mutans* in plaque and saliva. *Scand J Dent Res.* 1984;92:211–7.
 25. Sukontapatipark W, El-Agroudi MA, Selliseth NJ, Thunold K, Selvig KA. Bacterial colonization associated with fixed orthodontic appliances. A scanning electron microscopy study. *Eur J Orthod.* 2001;23(5):475–84.
 26. Rosenbloom RG, Tinanoff N. Salivary *Streptococcus mutans* levels in patients before, during, and after orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;100(1):35–7.
 27. Beyth N, Redlich M, Harari D, Friedman M, Steinberg D. Effect of sustained-release chlorhexidine varnish on *Streptococcus mutans* and *Actinomyces viscosus* in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* [Internet]. 2003 Mar [cited 2016 Jun 9];123(3):345–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12637907>
 28. Balenseifen J, Madonia J. Study of dental plaque in orthodontic patients. *J Dent Res.* 1970;49(2):320–4.
 29. Sakamaki ST, Bahn AN. Effect of Orthodontic Banding on Localized Oral Lactobacilli. *J Dent Res.* 1968;47(2):275–9.
 30. Bloom RH, Brown LR. A Study Of The Effects Of Orthodontic Appliances On The Oral Microbial Flora. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1964;17:658–67.
 31. Gorton J, Featherstone J. In vivo inhibition of demineralization around orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2003;123:10–14.
 32. O'Reilly MM, Featherstone JDB. Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: An in vivo study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* Mosby; 1987;92(1):33–40.
 33. Lehman R, Davidson CL, Duijsters PP. In vitro studies on susceptibility of enamel to caries attack after orthodontic bonding procedures. *Am J Orthod.*

- 1981;80(1):61–72.
34. Pus MD, Way DC. Enamel loss due to orthodontic bonding with filled and unfilled resins using various clean-up techniques. *Am J Orthod.* 1980;77(3):269–83.
 35. Boersma JG, van der Veen MH, Lagerweij MD, Bokhout B, Prahl-Andersen B. Caries prevalence measured with QLF after treatment with fixed orthodontic appliances: influencing factors. *Caries Res.* 2004;39(1):41–7.
 36. Arneberg P, Giertsen E, Emberland H, Øgaard B. Intra-oral variations in total plaque fluoride related to plaque pH. *Caries Res.* 1997;31(6):451–6.
 37. Vorhies AB, Donly KJ, Staley RN, Wefel JS. Enamel demineralization adjacent to orthodontic brackets bonded with hybrid glass ionomer cements: An in vitro study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1998;114(6):668–74.
 38. Newbrun E. *Cariology.* 1983.
 39. Silverston M, Johnson N, Hardie J, Williams R. Dental caries:aetiology,pathology and prevention. 1981. 71-79 p.
 40. Stephan RM. Intra-oral hydrogen-ion concentrations associated with dental caries activity. *J Dent Res.* 1944;23:257–66.
 41. Nolte W. *Ağız Mikrobiyolojisi.* 1978. 314-315 p.
 42. Kidd E. *Essentials of Dental Caries: The Disease and Its Management: The disease and its management.* 2005;
 43. Holbrook WP, Beighton D. Streptococcus mutans levels in saliva and distribution of serotypes among 9-year-old Icelandic children. *Scand J Dent Res.* 1987;95(1):37–42.
 44. Maltz M, Zickert I, Krasse B. Effect of Intensive treatment with chlorhexidine on the number of Streptococcus mutans in saliva. *Scand J Dent Res.* 1985;89:445–9.
 45. Thylstrup A, Fejerskov O. *Textbook of cardiology.* 1986. 74-106 p.
 46. de Soet JJ, Nyvad B, Kilian M. Related Acid Production by Oral Streptococci. *Caries Res.* 2000;34(6):486–90.
 47. Stralfors A. Investigations into the bacterial chemistry of dental plaques. *Odontol Tidskr.* 1950;58:153–341.
 48. Hamada S, Slade HD. Biology, immunology, and cariogenicity of Streptococcus mutans. *Microbiol Rev.* 1980;44(2):331–84.
 49. Navia JM. Effect of minerals on dental caries. *Diet Chem vs Dent Caries.* 1970;123–60.
 50. Barenie JT, Bibby B. Food caries interrelationships. *Am Lect Ser No 1001 Oral Hyg Oral Heal.* 1977;256–82.
 51. Ccahuana-Vásquez RA, Tabchoury CPM, Tenuta LMA, Del Bel Cury AA, Vale GC, Cury JA. Effect of frequency of sucrose exposure on dental biofilm composition and enamel demineralization in the presence of fluoride. *Caries*

- Res. 2007;41(1):9–15.
52. Frostell G, Keyes PH, Larson RH. Effect of various sugars and sugar substitutes on dental caries in hamsters and rats. *J Nutr.* 1967;93(1):65–76.
 53. Rølla G, Ellingsen J, Herlofson B. Enhancement and inhibition of dental plaque formation—some old and new concepts. *Biofouling.* 1991;
 54. Green R, Hartles R. The effect of diets containing different monoand disaccharides on the incidence of dental caries in the albino rat. *Arch Oral Biol.* 1969;
 55. Bowen W. Food components and caries. *Adv Dent Res.* 1994;
 56. Kleinberg I. The role of dental plaque in caries and inflammatory periodontal disease. *Dent J.* 1974;40(1):56–66.
 57. Duany LF, Zinner DD, Jablon JM. Epidemiologic studies of caries-free and caries-active students. II. Diet, dental plaque, and oral hygiene. *J Dent Res.* 1972;51(3):727–33.
 58. Guggenheim B. Extracellular polysaccharides and microbial plaque. *Int Dent J.* 1970;20(4):657–78.
 59. Mellberg J, Ripa L. Fluoride in preventive dentistry. 1983. 15-87 p.
 60. Lazzari P. *Dental Biochemistry.* 1968.
 61. Paterson R, Watts A, Saunders W, Pitts N, Hill FJ. Modern concepts in the diagnosis and treatment of fissure caries. Vol. 20, *Journal of Dentistry.* Elsevier; 1989. 369 p.
 62. Edgar WM. Saliva: its secretion, composition and functions. *Br Dent J.* 1992;172(8):305–12.
 63. Lenz W. *Medical genetics.* 1963. 87-115 p.
 64. Darling AI. Studies of the early lesion of enamel caries: Its nature, mode of spread, and points of entry. *Br Dent J.* 1958;105(4):119–35.
 65. Von der Fehr FR, Løe H, Theilade E. Experimental caries in man. *Caries Res.* 1970;4(2):131–48.
 66. Robinson C, Shore RC, Brookes SJ, Strafford S, Wood SR, Kirkham J. The chemistry of enamel caries. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2000;11(4):481–95.
 67. Robinson C, Weatherell I, Hallsworth A. Alterations in the composition of permanent human enamel during carious attack. In: *Demineralisation and remineralisation of the teeth.* 1983. p. 209–23.
 68. Elliott I. Structure, crystal chemistry and density of enamel apatites. In: *Dental enamel.* 1997. p. 54–6.
 69. Boyde A. Enamel. In: *Handbook of microscopic anatomy.* 1989. p. 309–473.
 70. Robinson C, Weatherell I, Kirkham I. The chemistry of dental caries. In: *Dental enamel: from formation to destruction.* 1995. p. 223–43.
 71. Young RA. Biological apatite vs hydroxyapatite at the atomic level. *Clin*

- Orthop Relat Res. 1975;(113):249–62.
72. Terpstra RA, Driessens FCM. Magnesium in tooth enamel and synthetic apatites. *Calcif Tissue Int*. Springer-Verlag; 1986;39(5):348–54.
 73. Darling AI. The selective attack of caries on the dental enamel. *Ann R Coll Surg Engl*. 1961;29(6):354–69.
 74. Ögaard B, Rölla G, Dijkman T, Ruben J, Arends J. Effect of fluoride mouthrinsing on caries lesion development in shark enamel: an in situ caries model study. *Eur J Oral Sci*. Blackwell Publishing Ltd; 1991;99(5):372–7.
 75. Curzon ME, Spector PC. Enamel mottling in a high strontium area of the U.S.A. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1977;5(5):243–7.
 76. Benson PE, Ali Shah A, Robert Willmot D. Polarized versus nonpolarized digital images for the measurement of demineralization surrounding orthodontic brackets. *Angle Orthod*. 2008;78(2):288–93.
 77. Angmar-Månsson B, ten Bosch JJ. Optical methods for the detection and quantification of caries. *Adv Dent Res*. 1987;1(1):14–20.
 78. Geiger AM, Gorelick L, Gwinnett AJ, Griswold PG. The effect of a fluoride program on white spot formation during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1988;93(1):29–37.
 79. Gillgrass TJ, Benington PC, Millett DT, Newell J, Gilmour WH. Modified composite or conventional glass ionomer for band cementation? A comparative clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* [Internet]. 2001 Jul [cited 2016 Jun 12];120(1):49–53. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11455377>
 80. Houwink B, Wagg BJ. Effect of Fluoride Dentifrice Usage during Infancy upon Enamel Mottling of the Permanent Teeth. *Caries Res*. Karger Publishers; 1979;13(4):231–7.
 81. Cochran JA, Ketley CE, Sanches L, Mamai-Homata E, Oila A-M, Arnadóttir IB, et al. A standardized photographic method for evaluating enamel opacities including fluorosis. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2004;32 Suppl 1:19–27.
 82. Hollender L, Koch G. Effect of local application of fluoride on initial demineralization of buccal surface of maxillary incisors. Clinical assessment from colour slides. *Sven tandläkare Tidskr Swedish Dent J*. 1976;69(1):1–5.
 83. Benson PE, Pender N, Higham SM. Quantifying enamel demineralization from teeth with orthodontic brackets--a comparison of two methods. Part 1: repeatability and agreement. *Eur J Orthod*. 2003;25(2):149–58.
 84. Robertson AJ, Toumba KJ. Cross-polarized photography in the study of enamel defects in dental paediatrics. *J Audio Media Med*. 1999;22(2):63–70.
 85. ten Bosch JJ, Borsboom PC, ten Cate JM. A nondestructive method for monitoring de- and remineralization of enamel. *Caries Res*. 1980;14(2):90–5.
 86. Borsboom PC, ten Bosch JJ. Fiber-optic scattering monitor for use with bulk opaque material. *Appl Opt*. 1982;21(19):3531–5.

87. Schneiderman A, Elbaum M, Shultz T, Keem S, Greenebaum M, Driller J. Assessment of dental caries with Digital Imaging Fiber-Optic Transillumination (DIFOTI): in vitro study. *Caries Res.* 1997;31(2):103–10.
88. ten Bosch JJ, van der Mei HC, Borsboom PC. Optical monitor of in vitro caries. A comparison with chemical and microradiographic determination of mineral loss in early lesions. *Caries Res.* 1984;18(6):540–7.
89. Hosoya Y, Taguchi T, Tay FR. Evaluation of a new caries detecting dye for primary and permanent carious dentin. *J Dent.* 2007;35(2):137–43.
90. Rawls HR, Owen WD. Demonstration of dye-uptake as a potential aid in early diagnosis of incipient caries. *Caries Res.* 1978;12(2):69–75.
91. Shrestha BM. Use of Ultraviolet Light in Early Detection of Smooth Surface Carious Lesions in Rats. *Caries Res.* Karger Publishers; 1980;14(6):448–51.
92. Bjelkhagen H, Sundström F, Angmar-Månsson B, Rydén H. Early detection of enamel caries by the luminescence excited by visible laser light. *Swed Dent J.* 1982;6(1):1–7.
93. de Josselin de Jong E, Sundström F, Westerling H, Tranaeus S, ten Bosch JJ, Angmar-Månsson B. A new method for in vivo quantification of changes in initial enamel caries with laser fluorescence. *Caries Res.* 1995;29(1):2–7.
94. Al-Khateeb S, Forsberg CM, de Josselin de Jong E, Angmar-Månsson B. A longitudinal laser fluorescence study of white spot lesions in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;113(6):595–602.
95. al-Khateeb S, ten Cate JM, Angmar-Månsson B, de Josselin de Jong E, Sundström G, Exterkate RA, et al. Quantification of formation and remineralization of artificial enamel lesions with a new portable fluorescence device. *Adv Dent Res.* 1997;11(4):502–6.
96. Pretty IA, Pender N, Edgar WM, Higham SM. The in vitro detection of early enamel de- and re-mineralization adjacent to bonded orthodontic cleats using quantitative light-induced fluorescence. *Eur J Orthod.* 2003;25(3):217–23.
97. Aljehani A, Tranaeus S, Forsberg C-M, Angmar-Månsson B, Shi X-Q. In vitro quantification of white spot enamel lesions adjacent to fixed orthodontic appliances using quantitative light-induced fluorescence and DIAGNOdent. *Acta Odontol Scand.* 2004;62(6):313–8.
98. Lussi A, Imwinkelried S, Pitts N, Longbottom C. Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for detection of occlusal caries in vitro. *Caries.* 1999;
99. Pascotto RC, Navarro MF de L, Capelozza Filho L, Cury JA. In vivo effect of a resin-modified glass ionomer cement on enamel demineralization around orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;125(1):36–41.
100. Ogaard B, Arends J, Schuthof J, Rølla G, Ekstrand J, Oliveby A. Action of fluoride on initiation of early enamel caries in vivo. A microradiographical investigation. *Caries Res.* 1986;20(3):270–7.
101. Mellberg JR. Hard-tissue substrates for evaluation of cariogenic and anti-

- cariogenic activity in situ. *J Dent Res.* 1992;71 Spec No:913–9.
102. Zero DT. In situ caries models. *Adv Dent Res.* 1995;9(3):214-30-4.
 103. van der Veen MH, Mattousch T, Boersma JG. Longitudinal development of caries lesions after orthodontic treatment evaluated by quantitative light-induced fluorescence. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(2):223–8.
 104. Seppä L. Effect of Dental Plaque on Fluoride Uptake by Enamel from a Sodium Fluoride Varnish in vivo. *Caries Res.* Karger Publishers; 1983;17(1):71–5.
 105. Costa MR, Silva VC, Miqui MN, Sakima T, Spolidorio DMP, Cirelli JA. Efficacy of ultrasonic, electric and manual toothbrushes in patients with fixed orthodontic appliances. *Angle Orthod.* 2007;77(2):361–6.
 106. Stanley J. Bergey's manual systematic bacteriology. 1989. 1055-1062 p.
 107. Rölla G, Melsen N. On the mechanism of plaque inhibition by chlorhexidine. *J Dent Res.* 1988;67:9–14.
 108. Karaman AI, Uysal T. Effectiveness of a hydrophilic primer when different antimicrobial agents are mixed. *Angle Orthod.* 2004;74(3):414–9.
 109. Othman HF, Wu CD, Evans CA, Drummond JL, Matasa CG. Evaluation of antimicrobial properties of orthodontic composite resins combined with benzalkonium chloride. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;122(3):288–94.
 110. Madléna M, Vitalyos G, Márton S, Nagy G. Effect of chlorhexidine varnish on bacterial levels in plaque and saliva during orthodontic treatment. *J Clin Dent.* 2000;11(2):42–6.
 111. Gehlen I, Netuschil L, Georg T, Reich E, Berg R, Katsaros C. The influence of a 0.2% chlorhexidine mouthrinse on plaque regrowth in orthodontic patients. A randomized prospective study. Part II: Bacteriological parameters. *J Orofac Orthop = Fortschritte der Kieferorthopädie Organ/official J Dtsch Gesellschaft für Kieferorthopädie.* 2000;61(2):138–48.
 112. Øgaard B, Larsson E, Henriksson T, Birkhed D, Bishara SE. Effects of combined application of antimicrobial and fluoride varnishes in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;120(1):28–35.
 113. Braid JJ, Wale MCJ. The antibacterial activity of triclosan-impregnated storage boxes against *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus cereus* and *Shewanella putrefaciens* in conditions simulating domestic use. *J Antimicrob Chemother.* 2002;49(1):87–94.
 114. Bhargava HN, Leonard PA. Triclosan: applications and safety. *Am J Infect Control.* 1996;24(3):209–18.
 115. ten Cate JM. Current concepts on the theories of the mechanism of action of fluoride. *Acta Odontol Scand.* 1999;57(6):325–9.
 116. de Leeuw NH. Resisting the Onset of Hydroxyapatite Dissolution through the Incorporation of Fluoride. *J Phys Chem B.* 2004;108(6):1809–11.

117. Reynolds E, Cai F, Cochrane N, Shen P, Walker G, Morgan M, et al. Fluoride and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *J Dent Res.* 2009;21:25–9.
118. Miller JR, Mancl L, Arbuckle G, Baldwin J, Phillips RW. A three-year clinical trial using a glass ionomer cement for the bonding of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 1996;66(4):309–12.
119. Wefel JS. Effects of fluoride on caries development and progression using intra-oral models. *J Dent Res.* 1990;69 Spec No:626-33-6.
120. Rezk-Lega F, Ogaard B, Rølla G. Availability of fluoride from glass-ionomer luting cements in human saliva. *Scand J Dent Res.* 1991;99(1):60–3.
121. Ewoldsen N, Demke RS. A review of orthodontic cements and adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;120(1):45–8.
122. Creanor SL, Awawdeh LA, Saunders WP, Foye RH, Gilmour WH. The effect of a resin-modified glass ionomer restorative material on artificially demineralised dentine caries in vitro. *J Dent.* 1998;26(5–6):527–31.
123. Fox NA. Fluoride release from orthodontic bonding materials. An in vitro study. *Br J Orthod.* 1990;17(4):293–8.
124. Millett DT, McCluskey LA, McAuley F, Creanor SL, Newell J, Love J. A comparative clinical trial of a compomer and a resin adhesive for orthodontic bonding. *Angle Orthod.* 2000;70(3):233–40.
125. Pereira PN, Inokoshi S, Tagami J. In vitro secondary caries inhibition around fluoride releasing materials. *J Dent.* 1998;26(5–6):505–10.
126. Zickert I, Emilson CG. Effect of a fluoride-containing varnish on *Streptococcus mutans* in plaque and saliva. *Scand J Dent Res.* 1982;90(6):423–8.
127. Shobha T, Nandlal B, Prabhakar AR, Sudha P. Fluoride varnish versus acidulated phosphate fluoride for schoolchildren in Manipal. *J Indian Dent Assoc.* 1987;59(6,7,8,9):157–60.
128. Wiltshire WA. Determination of fluoride from fluoride-releasing elastomeric ligature ties. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;110(4):383–7.
129. Doherty UB, Benson PE, Higham SM. Fluoride-releasing elastomeric ligatures assessed with the in situ caries model. *Eur J Orthod.* 2002;24(4):371–8.
130. Rawls HR. Preventive dental materials: sustained delivery of fluoride and other therapeutic agents. *Adv Dent Res.* 1991;5:50–5.
131. Cain K, Hicks J, English J, Flaitz C, Powers JM, Rives T. In vitro enamel caries formation and orthodontic bonding agents. *Am J Dent.* 2006;19(3):187–92.
132. Hicks MJ, Flaitz CM, Garcia-Godoy F. Fluoride-releasing sealant and caries-like enamel lesion formation in vitro. *J Clin Pediatr Dent.* 2000;24(3):215–9.
133. Salar D V, García-Godoy F, Flaitz CM, Hicks MJ. Potential inhibition of

- demineralization in vitro by fluoride-releasing sealants. *J Am Dent Assoc.* 2007;138(4):502–6.
134. Charbeneau GT. Pit and fissure sealants. *Int Dent J.* 1982;32(3):215–22.
 135. Zachrisson BU. Cause and prevention of injuries to teeth and supporting structures during orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 1976;69(3):285–300.
 136. Newman G V. A posttreatment survey of direct bonding of metal brackets. *Am J Orthod.* Mosby; 1978;74(2):197–206.
 137. Zachrisson BU, Heimgård E, Ruyter IE, Mjör IA, Bolon DA, Webb KK, et al. Problems with sealants for bracket bonding. *Am J Orthod.* Elsevier; 1979;75(6):641–9.
 138. Joseph VP, Rossouw PE, Basson NJ. Some sealants seal--a scanning electron microscopy (SEM) investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994;105(4):362–8.
 139. Zachrisson BU. JCO/interviews Dr. Bjorn U. Zachrisson on iatrogenic damage in orthodontic treatment (part 2). Interview by Sidney Brandt. *J Clin Orthod.* 1978;12(3):208–20.
 140. Banks PA, Richmond S. Enamel sealants: a clinical evaluation of their value during fixed appliance therapy. *Eur J Orthod.* 1994;16(1):19–25.
 141. Eliades G, Watts DC, Eliades T. Dental Hard Tissues and Bonding. In: *Dental Hard Tissues and Bonding.* 2005.
 142. Ireland R. *Clinical textbook of dental hygiene and therapy.* Blackwell Munksgaard; 2006. 522 p.
 143. Hu W, Featherstone JDB. Prevention of enamel demineralization: An in-vitro study using light-cured filled sealant. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2005;128(5):592–600.
 144. Reliance Orthodontics. Pro Seal and L.E.D Pro Seal Instruction Guide. Available from: <http://www.relianceorthodontics.com/L-E-D-Pro-Seal-p/ledpro.htm>
 145. Bishara SE, Oonsombat C, Soliman MMA, Warren J. Effects of using a new protective sealant on the bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2005;75(2):243–6.
 146. Ultradent. Opal ® Seal Instruction Guide. Available from: <http://www.opalorthodontics.com/products/adhesives/primers-and-sealants/opal-seal-fluoride-releasing-and-recharging-primer-and-sealant/Pages/default.aspx>
 147. Tüfekçi E, Pennella DR, Mitchell JC, Best AM, Lindauer SJ. Efficacy of a fluoride-releasing orthodontic primer in reducing demineralization around brackets: An in-vivo study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2014;
 148. Spierings T, Peters M, Bosman F, Plasschaert A. Verification of theoretical modelling of heat transmission in theeth by in vivo experiments. *J Dent Res.* 1987;66:1336–9.

149. Tibbets V, Schnell R, Swartz M, Philips R. Thermal diffusion through amalgam and cement bases: comparison of in vitro and in vivo measurements. *J Dent Res.* 1976;55:441–51.
150. Nelsen R, Wolcott R, Paffenberger G. Fluid Exchange at the margins of dental restorations. *J Am Dent Assoc.* 1952;44:288–95.
151. ISO. Guidance on testing of adhesion to tooth structure. International Organization for Standardization Geneva (Switzerland). 1994;TR 11405:1–14.
152. Gale MS, Darvell BW, Amar A Ben, Nordenberg D, Liberman R, Al. E, et al. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent.* Elsevier; 1999;27(2):89–99.
153. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res.* 2005;84(2):118–32.
154. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955;34(6):849–53.
155. Newman G V., Snyder WH, Jr. CEW. *Acrylic Adhesives for Bonding Attachments to Tooth Surfaces.* 2009;
156. Retief DH, Dreyer CJ, Gavron G. The direct bonding of orthodontic attachments to teeth by means of an epoxy resin adhesive. *Am J Orthod.* Mosby; 1970;58(1):21–40.
157. Fox NA, McCabe JF, Buckley JG. A critique of bond strength testing in orthodontics. *Br J Orthod.* 1994;21(1):33–43.
158. Jacobson A. *Orthodontic materials: Scientific and clinical aspects.* Am J Orthod Dentofac Orthop. Elsevier Ltd; 2001;119(6):672–3.
159. Eliades T, Brantley WA. The inappropriateness of conventional orthodontic bond strength assessment protocols. *Eur J Orthod.* The Oxford University Press; 2000;22(1):13–23.
160. Surmont P, Dermaut L, Martens L, Moors M. Comparison in shear bond strength of orthodontic brackets between five bonding systems related to different etching times: An in vitro study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* Mosby; 1992;101(5):414–9.
161. Hong YH, Lew KK. Quantitative and qualitative assessment of enamel surface following five composite removal methods after bracket debonding. *Eur J Orthod.* 1995;17(2):121–8.
162. Kim S-S, Park W-K, Son W-S, Ahn H-S, Ro J-H, Kim Y-D, et al. Enamel surface evaluation after removal of orthodontic composite remnants by intraoral sandblasting: A 3-dimensional surface profilometry study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* Elsevier; 2007;132(1):71–6.
163. Chen C-S, Hsu M-L, Chang K-D, Kuang S-H, Chen P-T, Gung Y-W. Failure analysis: enamel fracture after debonding orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2008;78(6):1071–7.
164. Cehreli SB, Polat-Ozsoy O, Sar C, Cubukcu HE, Cehreli ZC. A comparative

- study of qualitative and quantitative methods for the assessment of adhesive remnant after bracket debonding. *Eur J Orthod.* 2012;34(2):188–92.
165. Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod.* 1984;85(4):333–40.
 166. Sfondrini MF, Cacciafesta V, Pistorio A, Sfondrini G. Effects of conventional and high-intensity light-curing on enamel shear bond strength of composite resin and resin-modified glass-ionomer. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2001;119(1):30–5.
 167. Bishara SE, VonWald L, Olsen ME, Laffoon JF, Jakobsen JR. Effect of light-cure time on the initial shear bond strength of a glass-ionomer adhesive. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2000;117(2):164–8.
 168. Keçik D, Cehreli SB, Sar C, Unver B. Effect of acidulated phosphate fluoride and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate application on shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2008;78(1):129–33.
 169. O'Brien KD, Watts DC, Read MJF. Residual debris and bond strength—Is there a relationship? *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1988;94(3):222–30.
 170. Oliver RG. Bond strength of orthodontic attachments to enamel from unerupted and erupted young permanent teeth. *Eur J Orthod.* The Oxford University Press; 1986;8(2):123–6.
 171. David VA, Staley RN, Bigelow HF, Jakobsen JR, Wilson A, Kent B, et al. Remnant amount and cleanup for 3 adhesives after debracketing. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* Elsevier; 2002;121(3):291–6.
 172. Cacciafesta V, Sfondrini MF, De Angelis M, Scribante A, Klersy C. Effect of water and saliva contamination on shear bond strength of brackets bonded with conventional, hydrophilic, and self-etching primers. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2003;123(6):633–40.
 173. Zeppieri IL, Chung C-H, Mante FK. Effect of saliva on shear bond strength of an orthodontic adhesive used with moisture-insensitive and self-etching primers. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2003;124(4):414–9.
 174. Buyukyilmaz T, Usumez S, Karaman AI. Effect of Self-Etching Primers on Bond Strength—Are They Reliable? 2009;
 175. Delpont A, Grobler SR. A laboratory evaluation of the tensile bond strength of some orthodontic bonding resins to enamel. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* Mosby; 1988;93(2):133–7.
 176. Guan G, Takano-Yamamoto T, Miyamoto M, Hattori T, Ishikawa K, Suzuki K, et al. Shear bond strengths of orthodontic plastic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* Elsevier; 2000;117(4):438–43.
 177. Mui B, Rossouw PE, Kulkarni G V. Optimization of a procedure for rebonding dislodged orthodontic brackets. 2009;
 178. Bishara SE, Ajlouni R, Laffoon JF, Warren JJ. Effect of a fluoride-releasing

- self-etch acidic primer on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2002;72(3):199–202.
179. Bishara SE, Fehr DE. Ceramic brackets: Something old, something new, a review. *Semin Orthod.* W.B. Saunders; 1997;3(3):178–88.
 180. Thompson RE, Way DC. Enamel loss due to prophylaxis and multiple bonding/debonding of orthodontic attachments. *Am J Orthod.* 1981;79(3):282–95.
 181. Eminkahyagil N, Arman A, Çetinşahin A, Karabulut E. Effect of Resin-removal Methods on Enamel and Shear Bond Strength of Rebonded Brackets. 2009;
 182. Kechagia A, Zinelis S, Pandis N, Athanasiou AEAE, Eliades T. The effect of orthodontic adhesive and bracket-base design in adhesive remnant index on enamel. *J World Fed Orthod.* Elsevier Ltd; 2015;4(1):18–22.
 183. Lucker GW, Graber LW, Pietromonaco P. The Importance of Dentofacial Appearance in Facial Esthetics: A Signal Detection Approach. *Basic Appl Soc Psych.* 1981;2(4):261–74.
 184. Mueser KT, Grau BW, Sussman S, Rosen AJ. You're only as pretty as you feel: Facial expression as a determinant of physical attractiveness. *J Pers Soc Psychol.* 1984;46(2):469–78.
 185. Kerosuo H, Hausen H, Laine T, Shaw WC. The influence of incisal malocclusion on the social attractiveness of young adults in Finland. *Eur J Orthod.* 1995;17(6):505–12.
 186. Shaw WC, Shaw WC, Gabe MJ, Jones BM, Stricker G, Shaw WC, et al. The influence of children's dentofacial appearance on their social attractiveness as judged by peers and lay adults. *Am J Orthod.* Elsevier; 1981;79(4):399–415.
 187. Dann C, Phillips C, Broder HL, Tulloch JF. Self-concept, Class II malocclusion, and early treatment. *Angle Orthod.* 1995;65(6):411–6.
 188. Hadler-Olsen S, Sandvik K, El-Agroudi MA, Ogaard B. The incidence of caries and white spot lesions in orthodontically treated adolescents with a comprehensive caries prophylactic regimen - A prospective study. *Eur J Orthod.* 2012;34(5):633–9.
 189. Øgaard B, Ogaard B. Prevalence of white spot lesions in 19-year-olds: A study on untreated and orthodontically treated persons 5 years after treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1989;96(5):423–7.
 190. Richter A, Arruda AO, Peters M, Sohn W. Incidence of caries lesions for patients treated with comprehensive orthodontics. *J Dent Res.* 2009;88:2058.
 191. Hallsworth A, Robinson C, Weatherbell J. Mineral and magnesium distribution within the approximal carious lesion of dental enamel. *Caries Res.* 1972;6:156–68.
 192. Weitman RT, Eames WB. Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. *J Am Dent Assoc.* 1975;91(1):101–6.
 193. Svanberg M, Ljunglöf S, Thilander B. *Streptococcus mutans* and

- Streptococcus sanguis in plaque from orthodontic bands and brackets. *Eur J Orthod.* 1984;6(2):132–6.
194. Pine CM, ten Bosch JJ. Dynamics of and diagnostic methods for detecting small carious lesions. *Caries Res.* 1996;30(6):381–8.
 195. Dirks OB. Posteruptive Changes in Dental Enamel. *J Dent Res.* 1966;45(3):503–11.
 196. Øgaard B, Rølla G, Arends J. Orthodontic appliances and enamel demineralization. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* Mosby; 1988;94(1):68–73.
 197. Garcia-Godoy F, Abarzua I, De Goes MF, Chan DC. Fluoride release from fissure sealants. *J Clin Pediatr Dent.* 1997;22(1):45–9.
 198. Marinelli CB, Donly KJ, Wefel JS, Jakobsen JR, Denehy GE. An in vitro comparison of three fluoride regimens on enamel remineralization. *Caries Res.* 1997;31(6):418–22.
 199. Levine RS. The action of fluoride in caries prevention. A review of current concepts. *Brit Dent J.* 1976;140(1):9–14.
 200. Linton JL. Quantitative measurements of remineralization of incipient caries. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;110(6):590–7.
 201. Margolis HC, Moreno EC, Murphy BJ. Effect of low levels of fluoride in solution on enamel demineralization in vitro. *J Dent Res.* 1986;65(1):23–9.
 202. Underwood ML, Rawls HR, Zimmerman BF. Clinical evaluation of a fluoride-exchanging resin as an orthodontic adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989;96(2):93–9.
 203. Zero DT. Application of Clinical Models in Remineralization Research. *J Clin Dent.* 1999;10(2):74–85.
 204. Geiger AM, Gorelick L, Gwinnett AJ, Benson BJ. Reducing white spot lesions in orthodontic populations with fluoride rinsing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992;101(5):403–7.
 205. Alexander SA, Ripa LW. Effects of self-applied topical fluoride preparations in orthodontic patients. *Angle Orthod.* 2000;70(6):424–30.
 206. Tillery TJ, Hembree JH, Weber FN. Preventing enamel decalcification during orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 1976;70(4):435–9.
 207. Tanaka M, Matsunaga K, Kadoma Y. Use of fluoride-containing sealant on proximal surfaces. *J Med Dent Sci.* 2000;47(1):49–53.
 208. Koottathape N, Takahashi H, Iwasaki N, Kanehira M, Finger WJ. Two- and three-body wear of composite resins. *Dent Mater.* 2012;28(12):1261–70.
 209. Frazier MC, Southard TE, Doster PM. Prevention of enamel demineralization during orthodontic treatment: an in vitro study using pit and fissure sealants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;110(5):459–65.
 210. Mizrahi E. Surface distribution of enamel opacities following orthodontic treatment. *Am J Orthod.* Mosby; 1983;84(4):323–31.

211. Wenderoth CJ, Weinstein M, Borislow AJ. Effectiveness of a fluoride-releasing sealant in reducing decalcification during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;116(6):629–34.
212. Strang R, Cummings A, Stephen KW, McMenemy P. Further abrasion resistance and bond strength studies of fissure sealants. *J Oral Rehabil.* 1986;13(3):257–62.
213. Buren JL, Staley RN, Wefel J, Qian F. Inhibition of enamel demineralization by an enamel sealant, Pro Seal: An in-vitro study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;133(4 SUPPL.):88–94.
214. Soliman MM, Bishara SE, Wefel J, Heilman J, Warren JJ. Fluoride Release Rate from an Orthodontic Sealant and Its Clinical Implications. *Angle Orthod.* 2006;76(2):282–8.
215. Leizer C, Weinstein M, Borislow AJ, Braitman LE. Efficacy of a filled-resin sealant in preventing decalcification during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* American Association of Orthodontists; 2010;137(6):796–800.
216. Baysal A, Yasa B, Sogut O, Ozturk MA, Uysal T. Auswirkungen verschiedener kieferorthop??discher Haftvermittler auf die Schmelzdemineralisierung im Bracketumfeld. *J Orofac Orthop.* 2015;76(5):421–30.
217. Basdra E, Huber H, Komposch G. Fluoride released from orthodontic bonding agents alters the enamel surface and inhibits enamel demineralization in vitro. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1996;109(466):72.
218. Low T, Von Fraunhofer JA, Winter GB. The bonding of a polymeric fissure sealant to topical fluoride-treated teeth. *J Oral Rehabil.* 1975;2(3):303–7.
219. Gwinnett AJ, Buonocore MG, Sheykhoslam Z. Effect of fluoride on etched human and bovine tooth enamel surfaces as demonstrated by scanning electron microscopy. *Arch Oral Biol.* 1972;17(2):271–8.
220. Merrill JM, Shannon IL. Effect of pretreatment with fluoride solutions on tensile strength between bonding resin and acid-etched enamel. *Int J Orthod.* 1980;18(1):7–14.
221. Sheykhoslam Z, Buonocore MG, Gwinnett AJ, Aasenden R, Brudevold F, McCann H, et al. Effect of fluorides on the bonding of resins to phosphoric acid-etched bovine enamel. *Arch Oral Biol.* Elsevier; 1972;17(7):1037–45.
222. Meng CL, Wang WN, Yeh IS. Fluoridated etching on orthodontic bonding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;112(3):259–62.
223. Garcia-Godoy F, Hubbard GW, Storey AT. Effect of a fluoridated etching gel on enamel morphology and shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;100(2):163–70.
224. Bishara SE, Chan D, Abadir EA. The effect on the bonding strength of orthodontic brackets of fluoride application after etching. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989;95(3):259–60.

225. Cacciafesta V, Sfondrini M, Calvi D, Scribante A. Effect of fluoride application on shear bond strength of brackets bonded with a resin-modified glass-ionomer. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2005;127:580–3.
226. Leódidio G da R, Fernandes HO, Tonetto MR, Presoto CD, Bandéca MC, Firoozmand LM. Effect of fluoride solutions on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Braz Dent J.* 2012;23(6):698–702.
227. Al-Kawari H, Al-Jobair A. Effect of different preventive agents on bracket shear bond strength: in vitro study. *BMC Oral Health.* 2014;14(28).
228. Moll K, Fritzenschaft A, Haller B. In vitro comparison of dentin bonding systems: effect of testing method and operator. *Quintessence Int.* 1985;35(10):845–52.
229. Chang JC, Hart DA, Estey AW, Chan JT. Tensile bond strengths of five luting agents to two CAD-CAM restorative materials and enamel. *J Prosthet Dent.* 2003;90(1):18–23.
230. Roberson T, Heymann H, Swift E. *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry.* 2006.
231. Burke FJT, Shortall ACC, Combe EC, Aitchison TC. Assessing restorative dental materials: I. Test methods and assessment of results. *Dent Update.* 2002;29(4):188–94.
232. Rosentritt M, Plein T, Kolbeck C, Behr M, Handel G. In vitro fracture force and marginal adaptation of ceramic crowns fixed on natural and artificial teeth. *Int J Prosthodont.* 2000;13(5):387–91.
233. Nakajima M, Sano H, Urabe I, Tagami J, Pashley DH. Bond strengths of single-bottle dentin adhesives to caries-affected dentin. *Oper Dent.* 2000;25(1):2–10.
234. ISO/TS 11405. In: *Dental Materials- Testing of Adhesion to Tooth Structure.* 2003.
235. Oz AA, Oz AZ, Arıcı S. In-vitro bond strengths and clinical failure rates of metal brackets bonded with different light-emitting diode units and curing times. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2016;149:212–6.
236. Çörekçi B, Halıcıoğlu K, Irgin C, Hezenci Y, Yavuz MZ. Effects of plasma-emulating light emitting diode (LED) versus conventional LED on cytotoxic effects of orthodontic cements as a function of polymerization capacity. *Hum Exp Toxicol.* 2014;33(8):847–54.
237. Reynolds IR. *A Review of Direct Orthodontic Bonding.* Br J Orthod. Taylor & Francis; 1975;2(3):171–8.
238. Oesterle L, Shellhart W. Effect of aging on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;133:716–20.
239. Bishara SE, Ajlouni R, Laffoon JF. Effect of thermocycling on the shear bond strength of a cyanoacrylate orthodontic adhesive. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2003;123(1):21–4.
240. Thomas R, de Rijk W, Evans C. Tensile and shear stresses in the orthodontic

- attachment adhesive layer with 3D finite element analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1999;116:530–2.
241. Damon PL, Bishara SE, Olsen ME, Jakobsen JR. Effects of fluoride application on shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 1996;66(1):61–4.
 242. Hofmann E, Elsner L, Hirschfelder U, Ebert T, Hanke S. Effects of enamel sealing on shear bond strength and the adhesive remnant index. *J Orofac Orthop / Fortschritte der Kieferorthopädie.* 2016 Nov 28;
 243. Veil I, Akin M, Baka ZM, Uysal T. Effects of different pre-treatment methods on the shear bond strength of orthodontic brackets to demineralized enamel. *Acta Odontol Scand.* 2016 Jan 2;74(1):7–13.
 244. Hirce JD, Sather AH, Chao EY. The effect of topical fluorides, after acid etching of enamel, on the bond strength of directly bonded orthodontic brackets. *Am J Orthod.* 1980;78(4):444–52.
 245. Thornton JB, Retief DH, Bradley EL, Denys FR. The effect of fluoride in phosphoric acid on enamel fluoride uptake and the tensile bond strength of an orthodontic bonding resin. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1986;90(2):91–101.
 246. Büyükyılmaz T, Ogaard B, Dahm S. The effect on the tensile bond strength of orthodontic brackets of titanium tetrafluoride (TiF₄) application after acid etching. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;108(3):256–61.
 247. Sayinsu K, Isik F, Sezen S, Aydemir B. New protective polish effects on shear bond strength of brackets. *Angle Orthod.* 2006;76(2):306–9.
 248. Sonis AL, Snell W. An evaluation of a fluoride-releasing, visible light-activated bonding system for orthodontic bracket placement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989;95(4):306–11.
 249. Tarvade SM, Deshmukh AA, Daokar SG. Evaluation of Bond Strength: An In vitro Study using Pro Seal. *J Int oral Heal JIOH.* 2014;6(4):1–3.
 250. Varlik SK, Demirbaş E. Effect of light-cured filled sealant on the bond failure rate of orthodontic brackets in vivo. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2009;135(2):1–4.
 251. Paschos E, Okuka S, Ilie N, Huth KC, Hickel R, Rudzki-Janson I. Untersuchung der Scher-Abschäl-Festigkeit von Brackets an der Schmelzoberfläche nach Verwendung von Pro SealTM. *J Orofac Orthop.* 2006;67(3):196–206.
 252. Premaraj TS, Rohani N, Covey D, Premaraj S, Hua Y, Watanabe H. An in-vitro evaluation of mechanical and esthetic properties of orthodontic sealants. *Eur J Dent.* 2014;8(4):487–92.
 253. Mettenburg D, Rueggeberg F. In vitro toothbrush abrasion resistance of two enamel protectant sealants. *J Dent Res.* 2014;93(1457).
 254. Powers J, Messersmith M. Enamel etching and bond strength. In: *Orthodontic Materials: Scientific and Clinical Aspects.* 2001. p. 105–22.

255. Bishara SE, Gordan V V., VonWald L, Olson ME. Effect of an acidic primer on shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1998;114(3):243–7.
256. Britton JC, Mcinnes P, Weinberg R, Ledoux WR, Retief DH. Shear bond strength of ceramic orthodontic brackets to enamel. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* Mosby; 1990;98(4):348–53.
257. Montasser MA, Drummond JL. Reliability of the adhesive remnant index score system with different magnifications. *Angle Orthod.* 2009;79(4):773–6.
258. Neves MG, Brandão GAM, Almeida HA de, Brandão AMM, Azevedo DR de. In vitro analysis of shear bond strength and adhesive remnant index comparing light curing and self-curing composites. *Dental Press J Orthod.* 2013;18(3):124–9.
259. Liu J-K, Chang L-T, Chuang S-F, Shieh D-B. Shear Bond Strengths of Plastic Brackets With a Mechanical Base. 2009;
260. Algera TJ, Kleverlaan CJ, Pahl-Andersen B, Feilzer AJ, Algera T, Kleverlaan C, et al. The influence of different bracket base surfaces on tensile and shear bond strength. *Eur J Orthod.* The Oxford University Press; 2008;30(5):490–4.
261. Pont HB, Özcan M, Bagis B, Ren Y. Loss of surface enamel after bracket debonding: An in-vivo and ex-vivo evaluation. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2010;138(4):387.e1-387.e9.

8. ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Adapazarı'nda doğdum.2002 yılında Maltepe Askeri Lisesi'ne girip 2005 yılında ayrıldım. 2006 yılında Ankara Bahçelievler Deneme Lisesi'nden mezun oldum.Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesine 2006 yılında girip 2011 yılında bitirdim. Diş Hekimliğinde Uzmanlık sınavı ile 2012 aralık ayında Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda görevime başladım ve 4 senelik uzmanlık eğitimimi Ocak 2017 tarihinde tamamladım.

