

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

**FARKLI ORTODONTİK TEDAVİ ÇEŞİTLERİNİN, BRAKETLEME
YÖNTEMLERİNİN VE KOMPOZİT ÇEŞİTLERİNİN DIŞ YÜZEYİNDE
KOMPOZİT ARTIĞI BIRAKMA VE BEYAZ LEZYON
OLUŞTURMALARI AÇISINDAN IN VITRO İNCELENMESİ**

HAZIRLAYAN

SITKI SARPER TEMEL

DOKTORA TEZİ

ANKARA - 2021

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

**FARKLI ORTODONTİK TEDAVİ ÇEŞİTLERİNİN, BRAKETLEME
YÖNTEMLERİNİN VE KOMPOZİT ÇEŞİTLERİNİN DIŞ YÜZEYİNDE
KOMPOZİT ARTIĞI BIRAKMA VE BEYAZ LEZYON
OLUŞTURMALARI AÇISINDAN IN VITRO İNCELENMESİ**

HAZIRLAYAN

SITKI SARPER TEMEL

DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. BURÇAK KAYA

ANKARA - 2021

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ortodonti Anabilim Dalı Ortodonti Doktora Programı çerçevesinde Sıtkı Sarper Temel tarafından hazırlanan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 20/04/2021

Tez Adı: Farklı Ortodontik Tedavi Çeşitlerinin, Braketleme Yöntemlerinin Ve Kompozit Çeşitlerinin Diş Yüzeyinde Kompozit Artığı Bırakma Ve Beyaz Lezyon Oluşturmaları Açısından İn Vitro İncelenmesi

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

İmza

ONAY

Enstitü Müdürü

Tarih: ... / ... /

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 23 / 03 / 2021

Öğrencinin Adı, Soyadı: Sıtkı Sarper TEMEL

Öğrencinin Numarası:

Anabilim Dalı: Ortodonti

Programı: Ortodonti

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı

Tez Başlığı: Farklı Ortodontik Tedavi Çeşitlerinin, Braketleme Yöntemlerinin Ve Kompozit Çeşitlerinin Diş Yüzeyinde Kompozit Artığı Bırakma Ve Beyaz Lezyon Oluşturmaları Açısından İn Vitro İncelenmesi

Yukarıda başlığı belirtilen Doktora tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 73 sayfalık kısmına ilişkin, 23 / 03 / 2021 tarihinde tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 5’dir. Uygulanan filtrelemeler:

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

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

Öğrenci İmzası:.....

ONAY

Tarih: 23 / 03 / 2021

Öğrenci Danışmanı Unvan, Ad, Soyad, İmza:

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimimin her aşamasında üzerimde büyük emeği olan, bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, desteğini her zaman hissettiğim değerli danışman hocam Prof. Dr. Burçak KAYA'ya,

Eğitimim boyunca teorik ve pratik birçok konuda yeni bilgiler edindiğim tecrübesini her zaman bizimle paylaşan sayın hocam Prof. Dr. Ayça ARMAN ÖZÇIRPICI'ya,

Desteklerini ve yardımlarını hep hissettiğim Dr. Öğr. Üyesi Hande Pamukçu ve Dr. Öğr. Üyesi İrem TUNÇER'e,

Bu süreçte beraber başlayıp her an destekleri ve arkadaşlıklarıyla yanımda olan sevgili dönem arkadaşlarım Dt. Hilal ARSLAN, Dt. Sevgi KORAL, Dt. Bahar ULUĞ ve Dt. Nehir LUX'a,

Hem sosyal hem de çalışma hayatımızda beraber çok güzel vakit geçirdiğimiz başta Dt. Mustafa YÜKSEK olmak üzere tüm asistan arkadaşlarıma,

Tez çalışmamda büyük katkıları ve desteği olan sevgili arkadaşım Karl Michael LUX'a,

Hayatımın her anında bana olan sevgilerini, inançlarını ve desteklerini hissettiğim, bu günlere gelmemin ve başarımın mimarı olan sevgili AİLEM'e,

Sevgisi ve anlayışıyla hep yanımda olan desteğini hep hissettiğim canım Derya DENİZ'e,

Sonsuz teşekkür ederim.

ÖZET

Sıtkı Sarper Temel, Farklı ortodontik tedavi çeşitlerinin, braketleme yöntemlerinin ve kompozit çeşitlerinin diş yüzeyinde kompozit artığı bırakma ve beyaz lezyon oluşturmaları açısından in vitro incelenmesi, Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ortodonti Doktora Programı, Doktora Tezi, 2021

Bu çalışmamızda farklı adeziv tipleri ve adeziv yapıştırma tekniklerinin braket etrafında oluşan artık adeziv alanı ve beyaz lezyon alanı üzerindeki etkisi incelenmektedir.

Çalışmamızda ortodontik tedavi sebebiyle çekilmiş, lezyonsuz ve hasarsız 90 adet alt ve üst birinci ve ikinci küçük azı dişi kullanılmıştır. Bu dişler kronları dışarıda kalacak şekilde, üçerli gruplar halinde alçı bloklara gömülmüştür. Her grup 18 diştten oluşmak üzere 5 grup oluşturulmuştur. 1. grupta, direkt teknik ve Transbond XT kullanılarak yapıştırma işlemi yapılmıştır (A grubu). 2. grupta, direkt teknik ve renkli adeziv olan Transbond Plus kullanılarak yapıştırma işlemi yapılmıştır (B grubu). 3. grupta, indirekt teknik ve Transbond XT kullanılarak yapıştırma işlemi yapılmıştır (C grubu). 4. grupta, şeffaf essix plağı uygulanmıştır (D grubu). 5. grup kontrol grubudur ve herhangi bir ortodontik işlem veya aygıt uygulanmamıştır (E grubu). Tüm dişler, ilgili teknikler ve materyaller uygulandıktan sonra 28 gün boyunca pH siklusuna sokulmuş ve karyojenik ortam yaratılmıştır. pH siklusu sonunda braketlenmiş olan grupların braket çevresi SEM cihazı ile görüntülenip artık adeziv alanı miktarları ölçülmüştür. Daha sonra braketler sökülüp diş yüzeyleri temizlenmiştir ve standart bir düzenekte tüm gruplardaki dişlerin fotoğrafları çekilmiştir. Çekilen fotoğraflar üzerinden beyaz lezyon alanı ölçümleri yapılmıştır. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile değerlendirilip, gruplar arası karşılaştırmalarda One Way ANOVA testi ve değişkenler arası ilişkinin incelenmesinde Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır.

Araştırmamızın sonuçlarına göre, renkli kompozitler kullanıldığında braket çevresinde oluşan taşkın kompozit daha iyi temizlenebilmektedir. Yoğun karyojenik ortamda tedavi çeşidi veya artık materyal fazlalığı fark yaratmaksızın az veya çok mutlaka beyaz lezyonların oluştuğu gözlenmiştir. Beyaz Lezyon oluşumu kontrol ve essix grubunda daha yüksektir. İlaveten,

indirekt bonding grubunda taşkın kompozit miktarı arttıkça beyaz lezyon alanı azalmış, aralarında ters yönlü ilişki izlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Taşkın kompozit, Renk değıştiren kompozit, Beyaz nokta lezyonu, Demineralizasyon, Remineralizasyon.

Bu tez çalışması Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no: D-KA19/09) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir.

ABSTRACT

Sitki Sarper Temel, In vitro examination of different orthodontic treatment types, bonding methods and bonding adhesive types in terms of leaving composite residue on tooth surface and causing white lesions, Başkent University, Institute of Health Sciences, Orthodontics Doctorate Program, PhD Thesis, 2021

In this study, we investigate the influence of different bonding adhesive types and different bonding techniques on the residual adhesive area and the white spot area around braces.

In our study, 90 undamaged lower and upper first and second premolars without lesions and extracted for orthodontic treatment were used. The roots of these teeth were embedded in plaster blocks in groups of three, leaving the crowns outside. 5 groups were constructed and each group consisted of 18 teeth. In the 1st group, the bonding process was performed using direct technique and Transbond XT bonding adhesive (group A). In the 2nd group, the bonding process was performed using direct technique and colored bonding adhesive Transbond Plus (group B). In the 3rd group, the bonding process was performed using indirect technique and Transbond XT bonding adhesive (group C). In 4th group, clear essix retainer was applied (group D). The 5th group was the control group and no orthodontic appliance was administered (Group E). All tooth blocks were subjected to a pH cycle for 28 days after the relevant techniques and materials were applied. At the end of the pH cycle, which represents a cariogenic medium, the areas around the braces were examined with a SEM device and the amount of excess adhesive areas were calculated. Later, the brackets were removed, the tooth surfaces were cleaned, and the photographs of all teeth in groups were taken in a standardized setup. White spot lesion area calculations were made on the photographs. Shapiro-Wilk test was used for testing normality of the variable distribution, One Way ANOVA test was used for the comparisons between the groups and Pearson correlation analysis was used for testing the relationship between variables.

The results of our research revealed that, the excess composite around the bracket can be cleaned more effectively when colored adhesives are used. White spot lesions were observed in all groups when a cariogenic medium was created. White spot area was found to be greater in the control and essix groups. Additionally, a negative correlation was observed between the sizes of excess adhesive area and white spot area in the indirect bonding group.

Keywords: Excess adhesive, Color-changing composite, White spot lesion, Demineralization, Remineralization

This study was approved by Başkent University Medical and Health Sciences Research Board (Project number: D-KA19 / 09) and supported by Başkent University Research Fund.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Diş Minesinin Yapısı ve Çürük Oluşumu	3
2.1.1. Diş minesinin demineralizasyon ve remineralizasyonu	5
2.1.2. Başlangıç mine çürüğü ve beyaz nokta lezyonları.....	6
2.1.2.1. Beyaz nokta lezyonlarının tanımı.....	7
2.1.2.2. Beyaz nokta lezyonlarının ortodontiyle ilişkisi.....	8
2.1.2.3. Beyaz nokta lezyonlarının insidansı.....	9
2.1.2.4. Beyaz nokta lezyonlarının sınıflandırılması.....	9
2.1.3. Beyaz nokta lezyonlarının değerlendirilmesi	10
2.1.3.1. Klinik Değerlendirme.....	11
2.1.3.2. Fotoğraflar ile değerlendirme	11
2.1.3.3. Radyografik değerlendirme.....	12
2.1.3.4. Elektronik çürük monitörü (ECM)	12
2.1.3.5. Fiber optik transillüminasyon (FOTİ).....	13

2.1.3.6. Lazer floresans.....	13
2.1.3.7. Ultrasonik teknikler	14
2.1.3.8. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT).....	14
2.1.3.9. Taramalı elektron mikroskobu (SEM).....	15
2.1.3.10. Mikro bilgisayarlı tomografi (Mikro-BT)	15
2.1.4. Beyaz nokta lezyonlarının önlenmesi.....	15
2.1.4.1. Ağız hijyeninin sağlanması	16
2.1.4.2. Flor içerikli ajanların uygulamaları	16
2.1.4.3. Kazein Fosfopeptit-Amorf Kalsiyum Fosfat (CPP-ACP) içerikli ajanların kullanılması	17
2.1.4.4. Antimikrobiyal içerikli ajanların kullanılması.....	18
2.1.4.5. Ksilitol içerikli ajanlar	19
2.1.4.6. Flor içeren ortodontik malzemeler	19
2.1.4.7. Flor, Fosfat ve Kalsiyum içerikli ajanlar	20
2.1.5. Beyaz nokta lezyonlarının tedavisi.....	20
2.1.5.1. Topikal flor uygulaması.....	20
2.1.5.2. Dental bleaching	21
2.1.5.3. Kazein Fosfopeptit – Amorf Kalsiyum Fosfat (CPP-ACP) içerikli ajanların kullanılması	21
2.1.5.4. Mikroabrazyon	22
2.1.5.5. Rezin İnfiltrasyon Tekniğı (ICON).....	23
2.2. Ortodontik Tedavi.....	24
2.2.1. Ortodontik tedavi yöntemleri.....	25
2.2.1.1. Direkt braketleme yöntemi.....	25
2.2.1.2. İndirekt braketleme yöntemi.....	25
2.2.1.3. Şeffaf plak ile tedavi yöntemi	26

2.2.2. Braketlerin yapıştırılması	26
2.2.2.1. Mine yüzeyinin hazırlanması.....	26
2.2.2.2. Primer Uygulanması	27
2.2.2.3. Yapıştırma işlemi.....	28
2.2.3. Yapıştırıcı çeşitleri.....	28
2.2.3.1. Işıkla sertleşen Rezinler	28
2.2.3.2. Kimyasal sertleşen rezinler	29
2.2.3.3. Simanlar	30
2.2.3.4. Kompomerler	30
2.2.4. Işık Kaynakları	31
2.2.4.1. Halojen Işıklar	31
2.2.4.2. Argon Lazerler.....	31
2.2.4.3. Plazma Ark Işıklar	32
2.2.4.4. Işık Yayan Diyotlar (LED)	32
2.2.5. Braket Tipleri.....	33
2.2.5.1. Plastik Braketler	33
2.2.5.2. Seramik Braketler	33
2.2.5.3. Metal Braketler.....	34
2.2.6. Debonding.....	34
2.2.6.1. Ataçmanların çıkartılması.....	35
2.2.6.2. Mine yüzeyinin temizlenmesi.....	35
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	37
3.1. Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi	37
3.2. Örneklerin Hazırlanması	37
3.3. Çalışma Gruplarının Hazırlanması.....	37

3.4. Ph Siklusu Protokolleri.....	47
3.5. Scanning Electron Microscope (SEM) Görüntüleme ve Ölçümler	48
3.6. Debonding	49
3.7. Beyaz Nokta Lezyon Görüntülenmesi ve Ölçümler	50
3.8. İstatistiksel Analiz	51
4. BULGULAR.....	52
5. TARTIŞMA	59
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	70
KAYNAKLAR	71

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1: Çalışma gruplarının özellikleri.....	38
Tablo 4.1: Taşkın kompozit alanı ve beyaz lezyon alanı değerleri için araştırmacı güvenilirliği	52
Tablo 4.2: Taşkın kompozit alanı ölçüm değerlerinin gruplar arasında dağılımı	53
Tablo 4.3: Beyaz lezyon alanı ölçüm değerlerinin gruplar arasında dağılımı.....	54
Tablo 4.4: A, B ve C gruplarında taşkın kompozit alanı ile beyaz lezyon alanı arasındaki korelasyon.....	56

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1: 3 adet diş içeren blok.....	38
Şekil 3.2: Polisaj fırçası ve patı	38
Şekil 3.3: Dental asitleme jeli (i-GEL Phosphoric Acid), orta kısmından 5,5x5,5 mm boyutlarında alan kesilerek çıkartılmış yapışkan kağıt, kumpas	39
Şekil 3.4: Asitlenmiş dişler.....	40
Şekil 3.5: Adeziv Primeri (Transbond XT primer, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) ve pamuk uçlu aplikatör	40
Şekil 3.6: Adeziv rezin (Transbond XT rezin, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD)	40
Şekil 3.7: LED ışık kaynağı (Elipar S 10, 3M ESPE, Monrovia, CA, ABD)	41
Şekil 3.8: Braketlenmiş dişler.....	41
Şekil 3.9: Adeziv rezin (Transbond PLUS Color Change Adhesive, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD)	42
Şekil 3.10: 3 adet 3'lü diş bloğu bir araya getirilip, üzerinden alginat ile ölçü alınması	43
Şekil 3.11: Alçı çalışma modeli.....	43
Şekil 3.12: Alçı çalışma modeli üzerinde yapılmış braketleme	44
Şekil 3.13: Alçı çalışma modeli üzerindeki braketlere uygulanan silikon esaslı ölçü maddesi (Memosil 2, Heraeus Kulzer, Wehrheim, Almanya).....	44
Şekil 3.14: Düşük vizkoziteli ışıkla sertleşen indirekt yapıştırma rezini (Transbond Supreme LV, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD)	45
Şekil 3.15: Üzerine transfer kaşığı uygulanmış 3'lü diş bloğu.....	45
Şekil 3.16: Essix apareyi uygulanmış 3'lü diş bloğu.....	46
Şekil 3.17: Braket kanatları aşındırılmış 3'lü diş bloğu	46
Şekil 3.18: Dişleri kaplayacak kadar solüsyon içerisinde bulunan 3'lü diş blokları	47
Şekil 3.19: Altın paladyum karışımı kaplama yapılmış 3'lü diş bloğu	48
Şekil 3.20: SEM cihazından elde edilen ve artık kompozit bölgeleri işaretlenmiş görüntü.....	49
Şekil 3.21: Standardize edilmiş fotoğraf düzeneği	50
Şekil 3.22: Beyaz lezyon ve 20 mm ² boyutunda standart metal parçasının görüntüsü	50

Şekil 4.1:Taşkın kompozit alanı ölçüm değerlerinin gruplar arası dağılımını gösteren grafik.	53
Şekil 4.2: Beyaz lezyon alanı ölçüm değerlerinin gruplar arası dağılımını gösteren grafik	55
Şekil 4.3: A grubunda taşkın kompozit alanı - beyaz lezyon alanı değişkenleri arasındaki korelasyonu gösteren grafik.....	56
Şekil 4.4: B grubunda taşkın kompozit alanı – beyaz lezyon alanı değişkenleri arasındaki korelasyonu gösteren grafik.....	57
Şekil 4.5: C grubunda taşkın kompozit alanı – beyaz lezyon alanı değişkenleri arasındaki korelasyonu gösteren grafik.....	58



SİMGELER VE KISALTMALAR

BNL	beyaz nokta lezyonu
Ca^{+2}	kalsiyum iyonu
CCD	Charge - Coupled device (Yük bağlaşımlı aygıt)
CPP-ACP	kazein fosfopeptit - amorf kalsiyum fosfat
DİFOTİ	dijital fiber optik transillüminasyon
ECM	elektronik çürük monitörü
FOTİ	fiber optik transillüminasyon
ICC	sınıf içi korelasyon analizi
KIBT	konik ışınlı bilgisayarlı tomografi
LED	ışık yayan diyot
Mikro-BT	mikro bilgisayarlı tomografi
mm	milimetre
mm^2	milimetrekare
mW	miliwatt
nm	nanometre
OH^-	hidroksil
PO_4^{-3}	fosfat
ppm	milyonda bir birim
SEM	taramalı elektron mikroskobu
UNAM	Bilkent Üniversitesi Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi

1. GİRİŞ

Diş çürüğü dünya çapında en yaygın görülen ağız hastalığıdır. Çürük, sert diş dokularını bozan bakteriyel bir süreçtir. Diş yüzeyinde bulunan biyofilmde karyojenik bakteriler tarafından karbonhidratların fermentasyonu, tükürüğün asit içerikli metabolik yan ürünleri tamponlama kabiliyetini sınırlar. Asit içerikli metabolik yan ürünler pH değerlerinin kritik bir değerin altına düşmesine neden olarak diş mineralinin demineralizasyonuna neden olur (1).

Literatür, diş çürüklerinin ortodontistler tarafından gözlenen en yaygın komplikasyon olduğunu göstermektedir. Sabit apareyler, tükürük akışını sınırlandırdığı ve yiyecek artıkları için tutunma yerleri sağladıkları için bu süreci başlatabilir veya yoğunlaştırabilir (2).

Mine tabakasında görülen çürük lezyonunun erken dönemdeki klinik bulgusu diş rengine kıyasla saydamlığı kaybolmuş olan opak mine lezyonlarıdır. Ortodontik tedavi gören hastalarda, mine üzerinde demineralizasyon bölgeleri ve opak lezyon oluşma riskinin yüksek olduğu uzun yıllardır bilinmektedir (3).

Sabit ortodontik tedavinin temeli, diş hareketinin mine yüzeyine yapıştırılan braketler aracılığı ile dişlere kuvvet iletimi sayesinde sağlanması üzerine kurulmuştur. Buonocore'un (4) yaptığı mine yüzeyinin asitle hazırlanması çalışması, braketlerin mine yüzeyine yapıştırılmasına zemin oluşturmıştır. Farklı braketleme araştırmaları yapılmış (5), fakat daha geniş hasta grubu çalışması 1977'de Zachrisson tarafından sunulmuştur (6). Bu tarihten sonra sabit ortodontik tedavide kullanılan materyaller ve teknikler hakkında yapılan çalışmalar hız kazanmıştır.

Sabit ortodontik ataçmanlara komşu mine yüzeyindeki demineralizasyon, ortodontik tedavinin önemli ve yaygın bir iyatrojenik etkisidir. Ortodontik ataçmanların diş yüzeylerine uygulanması plak tutunma yüzeyini artırır ve bunun sonucunda ağız hijyenini sağlamak zorlaşır. Ataçmanlara komşu plak pH'sinin düşük olması remineralizasyon sürecini engeller ve mineda demineralizasyon meydana gelebilir. Bu şekilde ortodontik ataçmanların etrafında oluşan başlangıç mine demineralizasyonları opak beyaz lezyonlar şeklinde gözlenmektedir (7).

Mine dokusunun alt tabakalarında oluşan demineralizasyon bölgeleri beyaz lezyon olarak tanımlanır ve genellikle düz yüzeylerde izlenen beyaz opasitelerdir. Sabit ortodontik tedavi yapılan bireylerde tedavi yapılmayan bireylere göre daha fazla beyaz mine lezyonu izlendiği bildirilmiştir (7).

Ortodontik tedavi sırasında, Streptococcus mutans ve Lactobacillus acidophilus gibi periodontal hastalıklarda ve diş çürüklerinde en etkili patojenler olarak tanımlanan mikroorganizmaların sayısında önemli bir artış olur, plak pH'si düşer ve demineralizasyon riski artar (8). Minedeki demineralizasyon, ağız ortamının pH'si kritik pH'nin altına düştüğü zaman başlamaktadır. Demineralizasyon sonucu minede ortaya çıkan beyaz lezyonlar sadece 4 hafta gibi bir süre içerisinde gözlenebilmektedir (9).

Beyaz mine lezyonları tedavi edilmediği veya gelişimleri engellenmediği takdirde hızla ilerleyerek kavitasyon halini alabilir. Kavitasyon oluşmuş mine bölgesinde ise lezyonların tedavisi için restorasyon ihtiyacı ortaya çıkar. Bu nedenle beyaz mine lezyonlarının oluşumlarının önlenmesi veya oluşumlarını takiben tedavi edilmesi hem sağlık hem de estetik açısından çok önemlidir (7).

Aktif ortodontik tedavinin bitmesiyle beraber etken faktörler azaldığı için minede demineralizasyon oranı azalmakta ve remineralizasyon başlamaktadır. Minede gözlemlenen küçük lezyonların ortodontik tedavi bitimi sonrasında 1 yıl içerisinde %50 oranında azaldığını gösteren çalışmalar mevcuttur (10).

Ortodontik tedavi teknikleri ve adeziv sistemleri günümüzde hala geliştirilmeye devam etmektedir. Her birinin avantajı ve dezavantajı bulunması dolayısıyla ideal sisteme henüz ulaşılamamıştır. Bu çalışmamızda farklı ortodontik tedavi çeşitleri, braketleme yöntemleri ve kompozit rezinler artık adeziv miktarları ve beyaz lezyon oluşturmaları bakımından birbirleriyle karşılaştırılacaktır. Beyaz lezyon oluşumunun farklı adeziv sistemleri, yapıştırma teknikleri ve tedavi yöntemlerinden nasıl etkilendiği incelenecektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Diş Minesinin Yapısı ve Çürük Oluşumu

Kimyasal içeriğine bakılınca, diş minesinin ağırlıkça %96-97'sini inorganik yapı, %1'inden daha az bir kısmını organik yapı ve geri kalan kısmını ise su oluşturur. Öte yandan, hacimce %86'sı inorganik yapı, %2'si organik yapı ve %12'si sudan oluşmaktadır. İnorganik yapı incelendiğinde, hidroksiapatit kristallerinin minenin ana yapısını oluşturan mine prizmalarını meydana getirdiği görülür. Organik yapı ve su ise hidroksiapatit kristallerin arasında dağılmış olarak bulunur. İnorganik yapı içerisinde kalsiyum ve fosfat kristalleri bulunur. Bu kristaller neredeyse saf hidroksiapatit yapısındadır ancak karbonat, sodyum, magnezyum, klor, potasyum, çinko, silisyum, stronsiyum ve florür gibi elementler de bulunmaktadır (11).

Diş kronunun en dış yüzeyini kaplamakta olan diş minesini ameloblast hücreleri üretir. Ameloblast hücreleri, diş kronunun oluşumunun bitimiyle beraber fonksiyonel yeteneklerini kaybederler. Bu nedenle diş formasyonunun tamamlanmasından sonra mine dokusu kendi kendini tamir edemez ve yalnızca mineral miktarlarında değişiklikler ortaya çıkabilir (12).

Minede kristal formasyonu olurken ilk başta karbonat apatit oluşur. Bu yüzden kristallerin çekirdek bölgelerinde diğer bölgelere nazaran daha fazla karbonat iyonu bulunmaktadır. Asit ataklarına karşı en az dayanıklılığı olan apatit yapısı karbonat apatit yapısıdır. Asit atakları sırasında demineralizasyon ilk olarak hidroksiapatit yapının çekirdek bölgesinden başlayarak perifere doğru yayılmaktadır (13).

Hidroksiapatit kristallerinin düzenli bir şekilde sıralanması mine prizmalarını oluşturmaktadır. Minenin enine kesitleri alındığında bu mine prizmaları anahtar deliği şeklinde gözlenmektedir. Mine prizmalarının baş kısmındaki apatit kristallerinin uzun aksları, mine prizmalarının uzun aksına neredeyse paralel iken, kuyruk bölgesinde bulunan kristaller prizma aksına artan açılarda eğimli uzanmaktadır. Bu durum kristallerin çürük veya pürüzlendirme

işlemi sırasında asidik pH'de çözünme sebebi olarak düşünülmektedir ve çözünme prizmanın baş kısmında daha çok gerçekleşirken kuyruk bölgeleri asit ataklarına karşı daha dayanıklıdır (14).

Mine dokusunun yüzey tabakası flor iyonu bulundurma açısından diğer bölgelere göre daha zengindir. Flor iyonları hidroksiapatit kristallerinde bulunan hidroksil (OH^-) iyonları ile yer değiştirebilmektedir. Bu olay sonucunda asit ataklarına daha dayanıklı olan florapatit kristalleri ortaya çıkmaktadır. Bundan dolayı flor içeriği daha yüksek olan yüzeyel mine, yüzey altında bulunan mineye göre daha az poröz olmakla beraber daha sert ve daha yoğundur (15).

Diş çürüğü; diş yüzeyinin, tükürüğün, mikrofloranın, diyetin zaman içerisinde karşılıklı etkileşimi sonucu oluşan, çok nedene bağlı olabilen bir hastalık olarak kabul edilmektedir. Diğer bir deyişle çürük ortaya çıkması için çürük oluşumuna yatkın bir konak, karyojenik mikroflora, uygun bir diyet ve yeterli zaman gerekmektedir. Bu faktörlerden herhangi birinin eksikliğinde çürük gelişimi mümkün olmamaktadır (16).

Çürük oluşumu çeşitli faktörlere bağlı olan karmaşık bir süreçtir. Diş yapılarının fiziksel ve kimyasal özellikleri, oral hijyen, tüketilen karbonhidratların sıklığı ve çeşidi, tükürük akış hızı ve tamponlama kapasitesi bu süreci karmaşık hale getiren etkenlerdendir (17). Çürük oluşabilmesi için gereken faktörlerden bir diğeri olan bakteriler ortamdaki karbonhidratları parçalayarak asit üretirler. Bu üretilen asit çürük oluşumu için zemin hazırlar. Bakteriler ürettikleri glikozil transferaz enzimi sayesinde karbonhidratları metabolize ederek diş yüzeyine yapışmasını sağlayan glukanları ve demineralizasyonda gerekli asitleri oluştururlar (18).

Tükürük ve ağız sıvılarıyla ilişkide olan mine dokusu çeşitli iyonlara, hidroksiapatit ve florapatit kristallerine doymuş durumdadır. Denge durumunda mine dokusunda herhangi bir çözünme meydana gelmemektedir. Tükürük ve ağız sıvılarında bulunan iyonlar diş dokusundaki iyonlardan daha az doygun hale geldiğinde diş dokularında çözünmeler başlar. Dental plak pH'si nötr ($\text{pH}=7$) olduğu durumlarda özellikle Ca^{+2} ve PO_4^{-3} iyonlarına doygun haldedir ve bu durumda çözünme ortaya çıkmaz. Mine dokusunda çözünme ortaya çıkabilmesi için dental plaktaki asidite artmalı ve buna bağlı olarak Ca^{+2} ve PO_4^{-3} iyonlarına olan doygunluk

azalmalıdır. Çözünmenin başladığı bu pH değerine “Kritik pH” denir. Diş minesini, kritik pH değerinin altındaki asidik ortama maruz kaldığında çözünme meydana gelmektedir (19).

Diş mineralleri, ortam “Kritik pH” değerinin ($\text{pH}=5,5$) altına düştüğünde tampon görevi görür. Bu durumda Ca^{+2} ve PO_4^{-3} iyonları diş minerallerinden plak içerisine geçmeye başlar. Dental plak içerisinde bulunan asit üreten bakteriler, ağız içerisindeki karbonhidratları fermente ederek laktik asit, asetik asit, formik asit ve propiyonik asit gibi organik asitleri üretirler. pH değeri 4,0 veya 3,0 gibi değerlerin altına düştüğünde ise diş yüzeyi asit etkisi ile pürüzlenmeye başlar. pH değeri 5,0 iken yüzey bozulmamış halde olmasına rağmen yüzey altında mineral kaybı ortaya çıkar ve bu bölge poröz bir yapı ile karakterizedir. Poröz bölgeler su ile dolduğu için ıslakken klinik olarak tespit edilemez. Fakat bu bölgeler hava ile kurutulduğunda beyaz opak bölgeler halinde lezyon fark edilir. Bu şekilde izlenen erken çürük lezyonları beyaz nokta lezyonu (BNL) olarak adlandırılır. Bu lezyonlar ağız ortamı ideal hale döndüğünde remineralize olup sağlıklı mine dokusuna dönüşebilirler. Fakat etken devam edip asidik ortam sürdürülürse lezyonlar kaviteye halini alır (20).

2.1.1. Diş minesinin demineralizasyon ve remineralizasyonu

Ağız ortamında gün boyunca tüketilen gıdalar ile birlikte pH değişimleri meydana gelmektedir. Bu değişimler nedeniyle diş yüzeyi, plak ve tükürük arasında aktif ve dengeli bir şekilde iyon geçişleri olmaktadır. Bu iyon geçişleri demineralizasyon ve remineralizasyon süreçlerini başlatmaktadır (21).

Ağız ortamında ideal şartlarda Ca^{+2} ve PO_4^{-3} iyonları yönünden florapatit ve hidroksiapatit kristalleri ile ağız sıvıları doymuş halde bulunmaktadır. Ortamdaki asiditenin artması ve ağız ortamının kritik pH'nin altındaki bir değere düşmesiyle bu iyonlara olan doymuşluk azalır ve demineralizasyon süreci başlar. Ortamın asit konsantrasyonu uygun seviyeye geldiğinde mine içerisine asit difüzyonu başlayarak mine prizmalarından hidroksiapatit kristalleri çözünür (17). Ağız ortamı ne kadar süre kritik pH değerinin altında kalırsa kristallerin çözünmesi de o kadar fazla olacak, kristallerin çapları küçülecek ve mine daha porözlü bir yapı haline gelecektir (22).

Asit atağı sonrasında azalan pH, tükürük sayesinde tamponlanıp nötr değerlere ulaştırılır. Tamponlamayı takiben ise ağız sıvılarında ve plakta konsantrasyonu artmış olan diş yüzeyinden çözülmüş Ca^{+2} ve PO_4^{-3} gibi mineraller bir süre sonra mine yüzeyine çökelirler. Bununla birlikte remineralizasyon süreci başlamış olur (23).

Demineralizasyon ve remineralizasyon birbirini takip eden olaylar olup pH uzun süre boyunca düşük değerlerde olduğunda demineralizasyon, tersi durum olup tükürük pH'si ve mineral yoğunluğunun artmasıyla remineralizasyon süreci oluşur. Ortamda demineralizasyon hakim olduğu durumlarda mine lezyonları ve çürük oluşumu görülmeye başlar (24).

Ortamında remineralizasyon hakim olduğunda başlangıç mine lezyonlarının tamiri mümkün olabilmektedir. Fakat bu tamir işleminin gerçekleşebilmesi için ağız bakımının iyileştirilmesi, diyetin düzenlenmesi, plak oluşumunun kontrolünün sağlanması, plak içerisinde bulunan mikroorganizmaların asit üretme kabiliyetinin baskılanması ve remineralizasyonun desteklenmesi çok önemlidir (25).

2.1.2. Başlangıç mine çürüğü ve beyaz nokta lezyonları

Ağız ortamında çeşitli etkilerle pH uzun süreler düşük değerlerde kaldığı zaman demineralizasyon süreci baskın hale gelir. Minede iyon kaybı artar, porlar genişleyerek kristallerin çapı daralır. Bu değişikliklerin yanı sıra minenin optik özellikleri de değişmeye başlar. Başlangıç mine lezyonu olarak adlandırılan bu lezyon; mine dokusu ile sınırlı, bozulmamış yüzeyel tabakaya sahip, mine yüzeyinde küçük opak beyaz noktaların görülmesiyle karakterize ve klinik olarak gözlenen ilk aşamadır (26).

Beyaz mine lezyonunda esas demineralizasyon yüzey altındaki tabakalarda görülmektedir ve defektin üzerini örten mine yüzeyinin 10-100 μm 'lik kısmı bozulmamış, sert ve parlaktır. Lezyondan alınan kesitler incelendiğinde tepesi mine dentin birleşimine uzanan bir koni şekli gözlemlenir. Bu alan incelendiğinde en derinden yüzeye doğru; yarı saydam alan, karanlık alan, lezyon gövdesi ve yüzey alanı olarak 4 alan tanımlanmıştır (27).

Yarı saydam bölge sağlam mineye komşu olan bölgedir. Bu kısım dentin dokusuna doğru ilerlerken lezyonun sağlam mineden farklılık gösteren ilk bölgesidir. Bu bölgenin lezyon bulunan daimi dişlerin %50'sinde, süt dişlerinin ise %25'inde bulunduğu bildirilmiştir. Bu bölgede mineral kaybı yaklaşık %1 olarak gözlenmiştir (28).

Karanlık bölge yarı saydam bölgenin hemen üstünde yer alan bölgedir. Daimi dişlerdeki lezyonlarda %90, süt dişlerinde ise %85 oranında gözlenir. Bu alanın büyüklüğü, çürük atağının hızına, şiddetine ve minenin yapısal özelliklerine bağlıdır. Bu alanın izlenmediği lezyonlarda çürük atağının çok hızlı olduğu bildirilmiştir. Ayrıca bu bölgede birbirinden farklı boyutlarda boşluklara rastlanması ve daha önce bu bölgenin bulunmadığı lezyonlarda remineralizasyon sonrası bu bölgenin ortaya çıkması, karanlık bölgenin oluşumunda remineralizasyonun da etkili olabileceğini düşündürmektedir (28).

Lezyon gövdesi yüzey bölgesi ve karanlık bölge arasında kalan bölgedir. Bu bölge lezyonun en büyük kısmını oluşturmaktadır. En fazla çözünmeye bu bölgede rastlanır (28).

Yüzey bölgesi mine yüzeyinin hemen altında demineralize olmuş bir bölgenin üzerini örten ve karyojenik etkenden nispeten etkilenmemiş bir tabakadır. Yüzey altında bulunan mine tabakasının çözünmesi ile açığa çıkan veya dental plaktaki doymuş çözeltiden kaynaklanan Ca^{+2} ve PO_4^{-3} iyonlarının minenin bu kısmına çökmesi nedeniyle mineralize olup bütünlüğü bozulmamış bir tabaka olarak gözlemlenir (28).

2.1.2.1. Beyaz nokta lezyonlarının tanımı

Beyaz nokta lezyonları (BNL) demineralizasyona bağlı olarak minenin yüzey altı tabakasında oluşan, düz yüzeyde oluştuğunda kendini süt beyazı opasite şeklinde gösteren, porözite olarak tanımlanabilir. BNL, sağlam bir mine yüzeyi altında demineralize lezyonla karakterize olan mine çürüklerinin ilk görüntüsüdür (29).

Başlangıç mine demineralizasyonu, mineden mineral kaybı nedeniyle oluşan optik illüzyon dolayısıyla beyaz nokta lezyonu (BNL) olarak adlandırılır. Bu durum minede bulunan kristallerin çözünmesi, minede gözeneklerin oluşması ve yüzeyin altında oluşan

demineralizasyon ile başlar. Etkilenmiş alanda yüzey parlaklığının kaybı, yüzey pürüzlülüğü ve iç yansımadaki değişimler nedeniyle ışığın kırılma indeksi değişir. Dolayısıyla buradaki opasitenin nedeni defektli minenin sağlam mineye göre ışığı daha fazla yansıtmasıdır (30).

2.1.2.2. Beyaz nokta lezyonlarının ortodontiyle ilişkisi

Ağız içerisinde yiyecek retansiyonuna sebep olabilecek birçok durum vardır. Maloklüzyon bunlardan biridir. Bununla beraber ortodontik tedavi gören bireylerde ortodontik ataçmanların bulunduğu bölgeler genel olarak çürüğe yatkın alanlar olmasa bile, ataçmanlar yiyecek retansiyonuna sebep olabilir ve ağız hijyenini sağlamayı zorlaştırır. Kişi ağız hijyenini yüksek seviyede tutmaya çalışsa da kullanılan ortodontik ataçmanlar bu işi zorlaştırır. Bunlara ek olarak adeziv malzemelerin ataçmanlar etrafındaki fazlalıkları bakterilerin tutunmasına olanak sağlayan retantif bölgeler oluşturarak bakteri sayısının artmasına neden olur (9).

Ortodontik apareylerin uygulanmasıyla dental plağın bakteriyel kompozisyonunun değiştiği, S. Mutans ve Lactobacillus gibi asit üreten bakterilerin miktarının arttığı rapor edilmiştir. Bu bakteriler fermente olabilen karbonhidratlar varlığında plak pH'sini düşürürler ve ağız ortamının pH seviyesi remineralizasyon için eşik değerin altına düştüğü zaman demineralizasyon görülmeye başlar (7).

Ortodontik yapıştırıcıların fiziksel ve kimyasal özellikleri de ağız ortamının asiditesini etkileyebilmektedir. Özellikle braket etrafında bulunan temizlenmeyen düzensiz şekilli kompozit artıkları plak birikimini arttırırken, flor veya anti mikrobiyal içerikli kompozitler ortamın asiditesini azaltarak demineralizasyona engel olur. Ortodontik tedaviye bağlı oluşan beyaz lezyonlar genellikle dişin bukkal yüzeyinde ve temizlenmesi daha zor alanlarda ortaya çıkar. Sıklıkla üst çenede lateral ve kanin dişler etkilenirken, alt çenede kanin ve birinci premolar dişler etkilenir (31).

Ortodontik ataçmanlar ağız hijyenini sağlamayı zorlaştırırken, ataçmanlar uzaklaştırıldıktan sonra bu etkiler azaldığı için plak birikimi ve demineralizasyon riski azalır, bu sayede beyaz lezyon oluşumu durur (32). Buna ek olarak ağız hijyenine dikkat edildiği

taktirde mevcut lezyon bölgeleri remineralize olabilir ve lezyonlarda küçülmeler gözlenebilir (3,32). Yapılan çalışmalarda braketlerin debondinginden sonraki 6 – 12 ay içerisinde lezyonlarda %50 oranında küçülmeler tespit edilmiştir. Buna rağmen kalan beyaz lezyonlar estetik anlamda sorun oluşturmaya devam etmekte ve tedavi ihtiyacı doğurmaktadır (10,32).

2.1.2.3. Beyaz nokta lezyonlarının insidansı

Ortodontik tedavi gören hastalarda tedavi olmayanlara göre daha fazla beyaz lezyon oluşumu saptanmıştır. Tedavi görmekte olan hastalarda en az bir tane beyaz lezyon görülme sıklığı %49,6 olarak bulunmuşken tedavi görmeyen hasta grubunda bu oran %24 olarak bulunmuştur (31). Ortodontik ataçmanların diş yüzeyine uygulanmalarından sonra 4 hafta içerisinde minede demineralizasyon alanları oluşabileceği belirtilmiştir (33).

Lezyon görülme sıklığı incelendiği zaman beyaz lezyon insidansının anterior bölgede posteriora göre daha fazla olduğu belirtilmiştir. Çoğunlukla üst çenede lateral ve kanin dişler etkilenirken, alt çenede kanin ve birinci premolar dişlerin etkilendiği görülmüştür (31). Yapılan bir başka çalışmada beyaz lezyonların en çok üst santral ve lateral dişlerin gingival kısımlarında olduğu ve sağ ve sol ark arasında fark bulunmadığı belirtilmiştir (34). Ortodontik tedavilerde ortaya çıkan beyaz lezyonların daha çok bukkal yüzeyde ve gingival kısımda olduğu gösterilmiştir (35).

2.1.2.4. Beyaz nokta lezyonlarının sınıflandırılması

Dişlerde beyaz nokta lezyonların ortaya çıkmasının birçok sebebi olabilir ve doğru tanıya ulaşabilmek için bu sebepleri iyi değerlendirmek gerekir. Genelde minedeki renklemeler opasite, florozis veya beyaz nokta lezyonları olarak sınıflandırılır (36).

Beyaz nokta lezyonları literatürde ilk defa Curzon ve Spector (37) tarafından görsel büyüklüklerine göre sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma mine üzerindeki opasitenin genişliğine göre 0'dan 3'e kadar şu şekilde yapılmıştır:

Sınıf 0: Opasite oluşmamış veya opasitenin genişliği 1mm^2 'den daha az izlenmektedir,
Sınıf 1: Opasite diş yüzeyinin $1/3$ 'ünü kapsamaktadır,
Sınıf 2: Opasite diş yüzeyinin $1/3$ 'ü ile $2/3$ 'ü arasında bir alanı kapsamaktadır,
Sınıf 3: Opasite diş yüzeyinin $2/3$ 'ünden daha fazla bir alanı kapsamaktadır.

Bu sınıflandırma sonrasında başka bir sınıflandırma Gorelick ve ark. (31) tarafından lezyonun hem büyüklüğü hem de de yoğunluğu göz önüne alınarak şu şekilde yapılmıştır:

Sınıf 1: Beyaz nokta lezyon oluşumu görülmemektedir,
Sınıf 2: Hafif düzeyde beyaz nokta lezyonu mevcuttur,
Sınıf 3: Şiddetli düzeyde beyaz nokta lezyonu mevcuttur,
Sınıf 4: Beyaz nokta lezyonu oluşumu ile birlikte kavitasyon mevcuttur.

2.1.3. Beyaz nokta lezyonlarının değerlendirilmesi

Koruyucu, önleyici ve tedavi edici yöntemleri uygulayan hekimler ve bu yöntemlerin etkinliğini incelemek isteyen araştırmacılar için ortodontik tedavi sırasında ortaya çıkan beyaz nokta lezyonlarının doğru ve hızlı değerlendirilmesi çok önemlidir.

Klinisyenler, beyaz nokta lezyonları önleme ve tedavi açısından kolay uygulanan ve ucuz tekniklere ihtiyaç duymaktadır. Komplike, uygulanması zor ve zaman gerektiren yöntemler klinikte kullanılmadıktan sonra fazla bir önem arz etmemektedir. Çürük lezyonlarının tespitinde en çok kullanılan yöntemler görsel incelemeler ve geleneksel radyografilerle birlikte yapılan muayenelerdir. Fakat bu yöntemlerin eksik kaldığı vakalar olduğu için alternatif yöntemler geliştirilmiştir. Her değerlendirme kalsifikasyon olup olmaması ve lezyonun şiddeti olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilir. Lezyonun şiddeti diş yüzeyinde bulunan renklenmenin parlaklığı ve büyüklüğüne göre makroskobik olarak değerlendirilebilirken, lezyonun derinliği ve diş dokusunda oluşan mineral kaybının miktarına göre ise mikroskobik olarak değerlendirilir (38). Günümüzde birçok farklı yöntem kullanılarak beyaz nokta lezyonları değerlendirilebilmektedir.

2.1.3.1. Klinik Değerlendirme

Basit ve pahalı cihazlar gerektirmeyen bir yöntem olan klinik değerlendirme yöntemi, lezyonları değerlendirmek amacıyla tedavi başında, sırasında ve sonrasında klinisyenler tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. Beyaz lezyon hava ile kurutulduktan sonra kolaylıkla fark edilebilmektedirler. Fakat bu yöntem ile lezyon derinliği ölçülememiği gibi lezyonun hipoplazi veya florozis gibi başka sebeplere bağlı olup olmadığı da anlaşılamamaktadır (39).

2.1.3.2. Fotoğraflar ile değerlendirme

Yaygın olarak kullanılan fotoğraf değerlendirmesi tekniği, minedeki opasitelerin görülme sıklığı ve minedeki demineralizasyon bölgelerinin erken dönemde oluşma mekanizmasının araştırılmasında kullanılabilmektedir. Ortodontik tedaviden önce, tedavi sırasında veya tedavi sonrasında demineralizasyon alanlarının değerlendirilmesi için fotoğraflar kullanılabilmektedir (38).

Fotoğraflar ile değerlendirmenin avantajları şunlardır:

1. Ortodontistler rutin hasta kayıtları için genellikle fotoğraf kullanırlar. Bu tekniğe alışkın oldukları için fotoğraf çekme, saklama ve değerlendirmeyi başka bir personel veya ek bir donanıma ihtiyaç olmadan yapabilirler.
2. Fotoğraf kaydı kalıcı olduğu için sonraki dönemlerde başkaları tarafından da değerlendirilebilir.
3. Hasta ile ilgili gerekmeyen kısımlar kolaylıkla maskelenebilmektedir. Bu sayede sadece gösterilmek istenen alana odaklanılabilir ve aleyhte kullanılması riski ortadan kaldırılmış olur.
4. Fotoğraflar bağımsız sonuçlar elde edilebilmesi amacıyla farklı araştırmacılar tarafından da skorlandırılıp değerlendirilebilir.
5. Fotoğraflar çok yönlü olarak değerlendirilebilirler. Gelişen teknoloji ile birlikte elde edilen görüntüler bilgisayar ortamında dijitalize edilip lezyonun genişliği, şiddeti ve rengine göre farklı değerlendirmeler yapılabilir (38).

Fotoğraflar ile değerlendirmenin dezavantajları ise şunlardır:

1. Fotoğrafı çeken kişiye göre kamera farklı detayları kaydedebilir. İncelenmek istenen opasite, fotoğrafı çeken kişiye, fotoğrafın çekildiği makineye ve ortamın aydınlatılması gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir.
2. Değerlendirilen fotoğrafların sonuçlarını standardize etmek zor olabilir (38).

2.1.3.3. Radyografik değerlendirme

Klinisyenler, klinik muayeneyi desteklemesi ve teşhise yardımcı olması amacıyla radyograflardan faydalanmaktadır. Tüm ağzının genel değerlendirmesi amacıyla panoramik radyograflar kullanılabilirken özellikle klinikte görülmeyen ara yüz çürüklerinin teşhisi amacıyla bite-wing radyograflar kullanılmaktadır (40). Geleneksel radyograflar bir çok konuda teşhise yardımcı olsalar da başlangıç çürük lezyonlarını dolayısıyla beyaz nokta lezyonlarını ve fissür çürüklerini değerlendirmede yeterli değildir (41).

2.1.3.4. Elektronik çürük monitörü (ECM)

Minedeki demineralizasyon ve remineralizasyon döngüleri boyunca dış yüzeyinde ortaya çıkan porözite değişikliklerinin değerlendirilebildiği bu yöntem, dokuların elektriği iletme süreleri ve dereceleri arasındaki farklılığı kullanan bir tekniktir. Bu teknikte diş üzerinde aletin özel ölçüm ucu vasıtasıyla elektrik direnci ölçülür. İyi mineralize olmuş dokuda yüksek ölçüm değerleri izlenirken demineralize bölgede düşük ölçüm değerleri izlenir. Elektrik iletkenliği porözitenin bir fonksiyonudur. Minedeki demineralizasyona bağlı olarak, mine dokusunun porözitesi artar, tükürük bu poröz bölgelerdeki boşlukları doldurur ve elektrik iletimi için uygun yollar oluşur. Tükürüğün mine dokusundan daha iyi bir iletken olmasından dolayı, demineralizasyon ile birlikte iletkenlik artar (42). Düz yüzey ve ara yüz çürüklerinin değerlendirilmesinde başarılı olan bu tekniğin radyasyon içermemesi ve uygulamasının kolay olması avantajlarıdır. Renklenmeler, hipokalsifikasyonlar ve hipoplazileri ayırt edememesi ve zaman alıcı olması ise dezavantajlarıdır (43).

2.1.3.5. Fiber optik transillüminasyon (FOTİ)

Sağlıklı diş yapısı ile kıyaslandığında çürük diş yapısında ışığın farklı şekilde iletilmesi özelliğine dayanan bir yöntemdir. FOTİ, dental el aleti şeklindeki küçük bir uçtan iletilen yüksek yoğunluklu beyaz ışık yardımıyla iş görür. Uçun genişliği 0,5 mm'dir ve ışık kaynağı maksimum yoğunlukta ayarlanmış 150 watt halojen lambadır. Uç, bukkal ve lingual yüzeye dik olarak uygulanır ve lezyon boyunca maksimum ışık saçılımı elde etmek için konumu ve açılanması manipüle edilir. Sağlam mine tabakası, yoğun şekilde paketlenmiş ve neredeyse şeffaf bir yapı oluşturan hidroksiapatit kristallerinden oluşur. Çürük diş yapısı ise sağlam mineye göre daha az bir ışık iletim indeksine sahiptir. Bu yüzden çürük tabakası dentin tübüllerinin yolu boyunca ilerleyen koyu bir gölge olarak izlenir. Basit, ağrısız ve noninvasiv olması yöntemin avantajlarıdır. Henüz kavitasyon oluşmamış okluzal lezyonlarda bazı bölgeleri ayırt edebilmekte zorlanması ise yöntemin dezavantajıdır. FOTİ yönteminin etkinliğini artırarak dezavantajlarını azaltmak için elektronik CCD (Yük bağlaşımlı aygıt) kamera ile dijital görüntü alınmasını sağlayan Dijital Fiber Optik Transillüminasyon (DİFOTİ) yöntemi geliştirilmiştir (42).

2.1.3.6. Lazer floresans

Lazer floresans, demineralizasyon nedeniyle diş yapısındaki değişiklikleri tespit edebilen ve diş dokularının ışığı absorbe etme özelliklerindeki farklılığa dayanarak çalışan bir sistemdir. Diyotlu lazer floresans (Diagnodent) ve kantitatif ışık etkili floresans (QLF) lazer floresans prensibi ile çalışan cihazlardan en sık kullanılanlardır.

Diagnodent sistemi içerisinde 655 nm dalga boyuna sahip bir lazer diyot ışık kaynağı olarak ve bir foto diyot ile kombine edilmiş uzun geçiş filtresi ise detektör olarak bulunur. Işık, bir optik kablo ile cihazın ucuna ve oradan dişe iletilir. Gelen ışık sağlam mineden yansıma olmadan geçerken, etkilenmiş mine dokusundan geçerken kırılmaya uğrar ve dağılarak yansır (42). Yöntem özellikle pit, fissür ve ara yüz çürüklerinin tespitinin kolay bir şekilde yapılıp sayısal olarak değerlendirilebilmesi amacıyla geliştirilmiştir (44).

QLF yöntemi ise Diagnodent ile benzer prensipte çalışan bir sistemdir. Bu yöntemde lazer yerine ışık kullanılır. Diş rengi, plak, demineralizasyon ve çürük bölgeleri hakkında sayısal veriler elde edilebilmesini ve bu şekilde ayrıntılı olarak değerlendirilebilmesini sağlar (45).

2.1.3.7. Ultrasonik teknikler

Ses dalgaları kullanılarak görüntü oluşturulan sistemlere ultrasonik sistemler denir. Ses dalgalarının dokulara gönderilip geri dönen ses dalgalarının algılanarak elektriksel impulslara dönüştürülmesi prensibi ile çalışırlar. Genel tıp uygulamalarında teşhis için kullanılabilmeleri haricinde diş hekimliğinde periodontolojik ve endodontik alanlarda farklı amaçlarla kullanılmaktadırlar. Başlangıç mine lezyonlarının teşhisinde ise sağlam mine ve çürük lezyonundan ses dalgalarının iletiminin farklı olabileceği düşünülerek geliştirilmişlerdir. Bu sistemin yüzeyel çürüklerin teşhisini sağlayabilmesine rağmen ara yüz çürüklerinin tespitinde yetersiz olduğu ve sadece derin dentin çürüklerinin teşhisinde başarılı olabildiği görülmüştür (46).

2.1.3.8. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT)

Bilgisayarlı tomografi, 2 boyutlu olarak alınan görüntülerin seriler halinde 3 boyutlu görüntüye çevrilmesi yöntemidir. Bu yöntem ile aksiyel, koronal ve sagittal düzlemde görüntüler elde edilerek incelenebilmektedir (47).

Konik ışınli bilgisayarlı tomografi, geleneksel fan ışınli tomografiye göre daha düşük radyasyon dozlarıyla ve daha düşük maliyetle 3 boyutlu veriler elde edilen yeni bir bilgisayarlı tomografi uygulamasıdır. KIBT yönteminin diş çürüklerinin teşhisinde geleneksel yöntemlerden üstün olup olmadığı tartışmalıdır, ancak yüksek radyasyon dozu sebebiyle rutin kullanımda geleneksel radyografi yerine tercih edilmesi kabul edilemez (42).

2.1.3.9. Taramalı elektron mikroskobu (SEM)

SEM ilk olarak 1965 yılında kullanılmaya başlanmış olan, mine yüzeyinin topografik yapısının ve yüzeyde oluşan değişikliklerin ayrıntılı olarak incelenebilmesine olanak sağlayan bir yöntemdir (48). Yöntem diş yüzeyine yüksek voltajlı elektronlar gönderilerek yüzeyin taranması ve yüzey ile elektronların arasında oluşan etkileşimin algılayıcılarda toplanıp güçlendirildikten sonra ekranda görüntü elde edilmesi prensibi ile çalışır (49).

2.1.3.10. Mikro bilgisayarlı tomografi (Mikro-BT)

Konvansiyonel bilgisayarlı tomografilerde milimetre cinsinden ifade edilen boyutlarda görüntüler elde edilirken, mikro bilgisayarlı tomografilerde mikrometre cinsinden ifade edilen boyutlarda görüntü elde edilir. Mikro-BT sistemleri mikro fokus noktalı X ışını kaynağı kullanır ve yüksek çözünürlükteki detektörleri 3 boyutlu görüntünün oluşturulmasını sağlar. Başlangıç mine lezyonlarındaki mineral kaybını sayısal ölçüm yaparak belirleyebilmesi bu sistemin avantajları arasındadır (50).

2.1.4. Beyaz nokta lezyonlarının önlenmesi

Diş minesindeki mineral yapısı tükürükle ve diğer çevre yapılarla dengede bulunmaktadır. Minede bulunan hidroksiapatit kristalleri bir remineralizasyon ve demineralizasyon döngüsü içerisinde. Bu döngü bazı durumlarda demineralizasyona, bazen de remineralizasyona kayabilmektedir (51). Ortodontik tedavi sürecinde hastaların ağız hijyenlerine yeterli özeni göstermemesi ağız içerisindeki bu dengeyi demineralizasyon lehine çevirebilmektedir. Bu durum uzun süre devam ettiğinde ise beyaz nokta lezyonların oluşumu gözlenebilmektedir. Bu lezyonlar estetik problemler başta olmak üzere birçok soruna neden olabilmektedir. Lezyonların oluşumu hastanın tükürük akış hızı, tükürüğün tamponlama kapasitesi, hastanın ağız bakımı gibi bir çok faktörden etkilenebilmektedir (52).

Ortodontik tedavi süreci devam ederken beyaz nokta lezyonlarının oluşmadan engellenmesi çok önemlidir. Ağız ortamında devam eden remineralizasyon ve demineralizasyon

döngüsünde remineralizasyona destek olmak ve demineralizasyona engel olmak bu aşamada yapılabilecek en önemli koruyucu uygulamalardır (53).

Ortodontik tedavi gören hastalarda demineralizasyonun azaltılması ve remineralizasyonun desteklenmesi için hasta eğitimi, oral hijyen motivasyonu, düzenli profesyonel bakım, topikal florlu ajanlar ve flor içerikli ortodontik materyallerin kullanılması sıklıkla önerilmektedir (53).

2.1.4.1. Ağız hijyeninin sağlanması

Ağız hijyeninin sağlanması diş yüzeyinde plak oluşumunun engellenmesi ve plak miktarının azaltılması için oldukça önemlidir (54). Mekanik ve kimyasal yöntemler kullanılarak diş plağının uzaklaştırılması mümkündür. Mekanik olarak plak kontrolü sağlamada en etkili yöntem diş fırçalamadır. Kimyasal olarak plak kontrolü sağlamada ise ağız gargaraları ağız içi dokulara zarar vermeden bakterilerin miktarını azaltmayı hedeflemektedir. Hangi yöntem olursa olsun bu yöntemlerin etkili ve düzenli kullanımı ağız hijyeninin tam sağlanması konusunda çok önemlidir (55).

2.1.4.2. Flor içerikli ajanların uygulamaları

Negatif yüklü olan flor iyonu kalsiyum ve sodyum gibi pozitif yüklü iyonlarla etkileşime girerek kalsiyum florid ve sodyum florid oluşturabilmektedir. Özellikle kalsiyum iyonuna yüksek afinitesi olan flor, kemik dokusu ve diş dokusu gibi kalsifiye dokularla etkileşim içerisinde. Flor uygulaması diş minesinin demineralizasyona olan yatkınlığını azaltmak için tercih edilen bir yöntemdir (56).

Flor, mine dokusu üzerinde mineral yapının çözünürlüğünü azaltarak, bakterilerin asit üretimlerini engelleyerek ve remineralizasyonu arttırarak çürük engelleyici etkisini gösterir (57). Mine yüzeyi flor ile etkileşime girdiğinde, flor konsantrasyonu 50 ppm değerinin altında ise florapatit oluşurken, 100 ppm değeri üzerinde olduğu zaman kalsiyum florid oluşmaktadır. Topikal flor uygulamalarından sonra kalsiyum florid oluşumu gözlenmektedir ve bu ürün hem

flor rezervi gibi davranır hem de çevresinin artmış flor konsantrasyonunu devam ettirerek remineralizasyonu destekler (58).

Flor diş hekimliğinde sistemik veya lokal olarak uygulanabilmektedir. Tabletler, damlalar ve içme sularının florlanması sistemik flor uygulamalarını oluştururken, vernikler, gargaralar, macunlar, florlu yapıştırıcılar ve flor içerikli dental apareyler lokal uygulamalar olarak sayılabilir. Bir kısım lokal flor uygulamaları yutulma sonucu sistemik dolaşıma da geçebilmektedir (52).

Sistemik uygulanan flor, minenin organik matriksinin oluşumu ve mineralizasyonu aşamasında oluşan yapıyı güçlendirmektedir. Topikal flor uygulaması ise minenin remineralizasyonu yoluyla çürük önleyici etkisini göstermektedir (59).

Flor uygulamalarında en iyi sonucun düşük konsantrasyonlarda günlük kullanılan flor içerikli ajanlar ile sağlandığı bildirilmiştir. Düşük konsantrasyonlu florun ortamda bulunmasıyla düşük pH değerinde mine çözünmüş olsa bile, çözünen mineraller remineralizasyon döngüsüne girerek tekrar mine yüzeyine çöker ve mineral kaybı önlenmiş olur (60).

2.1.4.3. Kazein Fosfopeptit-Amorf Kalsiyum Fosfat (CPP-ACP) içerikli ajanların kullanılması

Süt ve süt ürünlerinin çürük önleyici özelliğe sahip oldukları uzun zamandır bilinmektedir. Bu özelliğin bu tür ürünlerin içinde bulunan kazein fosfoproteinleri ve kalsiyum fosfattan kaynaklandığı bildirilmiştir. İçerisinde en fazla miktarda kazein fosfoproteinleri ve kalsiyum fosfat bulunan peynir çeşidinin çürüğe karşı en fazla koruma sağladığı bulunmuştur (61).

Kazein sütte yüksek oranlarda bulunan bir fosfoproteindir ve tüm süt proteinlerinin büyük bir yüzdesini oluşturmaktadır. Kazein fosfoproteini, doğal halde yüksek miktarda kalsiyum ve fosfor içermesi, az miktarda sitrat ve magnezyum içermesi sebebiyle süt ve süt ürünlerinin çürük önleyici mekanizmaya sahip olmalarına neden olmuştur (62). Süt ve süt ürünlerinin çürük önleyici etkiye ulaşabilmeleri için çok tüketilmeleri gerekmektedir, bu yüzden araştırmacılar

Çürük oluşumunun önüne geçmek için sütün içerisinde bulunan bu koruyucu faktörleri izole ederek bunları başka ürünler içerisine yerleştirmişlerdir. Bu amaçla özellikle topikal kullanım için jeller, şekerli sakızlar ve drajeler üretilip pazarlanmaktadır (63).

CPP-ACP florozis oluşumuna yol açmamakta ve topikal florun olumlu etkilerine katkıda bulunarak çürük oluşma insidansını düşürmektedir. Bundan dolayı florlu ajanlarla beraber veya tek başına kullanımı florozis görülme sıklığını düşürmektedir (64).

CPP-ACP ortamdaki bakteri miktarını önemli miktarda azaltmasa da kazein proteinlerinin dişe bağlanması sayesinde bakterilerin etkilerini göstermesini engellemekte ve bundan dolayı çürük oluşumunu azaltmaktadır (65). CPP-ACP diş plağının yapısına katıldığında plaktaki kalsiyum ve fosfat seviyesini önemli şekilde artırır. Kalsiyum ve fosfat miktarı plak içerisinde arttıkça çürük oluşumu ters orantılı şekilde azalmaktadır. Diş yüzeyine yerleşen CPP-ACP plak içerisinde serbest halde bulunan kalsiyum ve fosfatı kendisine bağlayıp diş yüzeyini aşırı doygun hale getirir. Bu sayede remineralizasyonu artırarak demineralizasyonu engeller. CPP-ACP ayrıca plak içerisinde bulunan bakterilerin yüzeylerine bağlanarak mine üzerinde kolonize olmalarını engeller (66).

2.1.4.4. Antimikrobiyal içerikli ajanların kullanılması

Antimikrobiyal ajanlar, mine demineralizasyonuna sebep oluşturan ana etkenlerden biri olan mikroorganizmaların uzaklaştırılması amacıyla kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılmak üzere en çok tercih edilen ajanlar klorheksidin ve benzalkonyum kloriddir. Bu ajanlar özellikle diğer ajanlara karşı dirençli olan ve demineralizasyondan sorumlu olan *Streptococcus mutans* düzeyini düşürmekte ve bu sayede çürük oluşumunu azaltmaktadır (67).

En çok kullanılan ajan olan klorheksidin, genellikle %0,2 oranında gargara şeklinde veya %36 oranında vernik şeklinde bulunur. Gargara formu kullanılarak yapılan bir çalışmada bakterileri anlamlı şekilde azalttığı görülmüştür. Fakat düzenli kullanımı dişler üzerinde renklenmeye sebep olmuştur. Bundan dolayı %0,2 oranında klorheksidin gargaranın diğer koruyucu önlemlere ek olarak belirli aralıklarla kullanımının uygun olduğu belirtilmiştir (68).

2.1.4.5. Ksilitol içerikli ajanlar

Ksilitol, fermente olmayan bir şeker olması ve Streptococcus mutans'ların çoğalması ve büyümesini durdurması sayesinde çürük lezyonunu hapseder ve çürük önleyici etki yapar (69). Ksilitol, fermante edilemeyen bir karbonhidrat olmasından ve ağız ortamının pH'sini stabil tutabilmesinden dolayı sakızların içerisine eklenmektedir. Ksilitol içeren sakızların günde beş dakikalık üç sefer kullanılması sonucu ağız ortamındaki asit ataklarını önlemeye yardımcı olduğu bildirilmiştir (70). Ancak ortodontik tedavi gören hastaların sakız kullanımının sakıncalı olmasından dolayı ksilitol içeren pastillerin kullanılması önerilmektedir. Ayrıca aşırı ksilitol kullanımı sindirim sistemini olumsuz etkilediği için dikkatli kullanılmalıdır (71).

2.1.4.6. Flor içeren ortodontik malzemeler

Ortodontik tedavi sırasında beyaz lezyonların oluşmasını engellemek amacıyla tedavide kullanılan yapıştırıcıların içerisine devamlı flor salması amacıyla flor eklenmesi düşünülmüştür. İçeriğine flor eklenen yapıştırıcının braket çevresindeki 1 mm'lik alanda koruma sağlayabildiği tespit edilmiştir (55). Bunun aksine çok önemli bir fayda sağlayamadığını düşünen araştırmalar da mevcuttur (72).

Cam iyonomer simanlar, flor salınımı yapabilme ve dişe kimyasal olarak tutunabilme özelliğine sahiptir. Ancak cam iyonomer kullanılarak yapılan bonding işleminde braket etrafında plak birikimde artış tespit edilmiştir. Ayrıca düşük bonding kuvveti göstermesi nedeniyle braket yapıştırılmasında tercih edilmemektedir. Yapıştırma kuvvetini arttırabilmek için içerisine rezin eklenmesiyle rezin modifiye cam iyonomer simanlar geliştirilmiştir. Bu sayede hem konvansiyonel cam iyonomer simanlar gibi flor salınımı yapabilmekte hem de yüksek oranda yapışma kuvvetine sahip olabilmektedirler (73).

Birçok ajana flor salma özelliği eklenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla florlu elastik ligatürler geliştirilmiştir. Bu ligatürlerin saldığı florun demineralizasyonu engellemede etkili olduğunu destekleyen araştırmalar (74) olsa da bunu desteklemeyen araştırmalar da mevcuttur (75).

2.1.4.7. Flor, Fosfat ve Kalsiyum içerikli ajanlar

Biyoyararlanımı yüksek olan kalsiyum iyonu kullanılarak flor iyonunun remineralizasyon kapasitesinin artırılması amaçlanmış, fakat kalsiyum ve flor iyonlarının bir araya gelmesi sonucu ortaya çıkan kalsiyum floridin remineralizasyon başarısının yeterli olmadığı görülmüştür (76). Yapılan araştırmalar sonucunda kalsiyumun, flor ve fosfattan ayrı tutulduğu iki bölmeden oluşan Enamelon adında bir diş macunu geliştirilmiştir. Bu şekilde kalsiyum tuzlarının yüksek reaktif özelliğe sahip sodyum florid ile ayrı tutulması sağlanmıştır (77). Yapılan bir çalışmada geleneksel diş macunlarına göre bu sistemin daha etkili olduğunu gösterilmiştir (78).

2.1.5. Beyaz nokta lezyonlarının tedavisi

Erken dönemde uygulanmış doğru koruyucu tedaviler ile başlangıç mine lezyonları durdurulabilmektedir. Diş yüzeyinde kaviteasyon görülmediği takdirde lezyonun geri dönüşü mümkün olabilmektedir. Demineralizasyon ile çözünen minerallerin remineralizasyon ile tekrar yüzeye çökmesi sonucu başlangıç mine lezyonları durdurulabilmektedir (24).

2.1.5.1. Topikal flor uygulaması

Beyaz nokta lezyonlarına topikal flor uygulanması ilk aşama tedavi yöntemi olarak kabul edilmektedir. Flor uygulamasının yüksek konsantrasyonda olması yüzeyde remineralizasyon sağlayabilmesine rağmen lezyonun alt kısımlarında tedavi edilmemiş alanlar bırakabilir. Bu durum estetik açıdan istenmeyen sonuçlara sebep olmaktadır. Bu nedenle lezyona öncelikle tükürükten düşük konsantrasyonda flor ve kalsiyum geçişine izin verilmelidir (7).

Yapılan bir araştırmada 50 ppm flor içeriği olan bir gargaranın etkisi ile 250 ppm flor içeren başka bir gargaranın etkisi karşılaştırılmış ve düşük konsantrasyonlu flor içeren gargaranın daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca asit içerikli flor uygulamasının veya asit etching yapıldıktan sonra uygulanan florun daha etkili olduğu görülmüştür (79).

Başka bir çalışmada ise düşük doz flor içeren ve flor içermeyen gargara grupları karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak ikisi arasında istatistiksel bir fark olmadığı ve iki grupta da altı hafta sonra lezyon boyutunun yarıya düştüğü gözlenmiştir (80).

2.1.5.2. Dental bleaching

Bu yöntem tam bir tedavi çeşidi olmamakla beraber özellikle az ve orta şiddetteki florozis veya beyaz nokta lezyonlarının çevresini beyazlatarak kamuflaj oluşturmaktadır. Özellikle remineralizasyon işlemlerinden sonra geriye kalan beyaz lezyonların çevreleri ile olan uyumsuzluğunu giderip kamufler etmek amacıyla bleaching işlemi uygulanabilmektedir. Dişinin renginden rahatsız olan hastalarda klinikte veya evde yapılabilen bleaching yöntemleri kullanılabilmektedir. Ortodontik tedavi sonunda dişlerinde oluşan beyaz lezyonlar hastaları rahatsız ettiğinde bu yöntem tercih edilebilir. Klinikte öncelikle topikal flor uygulaması yapıp, tedavi sonunda renklemenin devam etmesi durumunda hidrojen peroksit içeren bleaching yöntemi kullanılabilir (81).

Yapılan bir araştırmada, ortodontik tedavi sonrasında yapılan bleaching işlemi sonucunda inaktif beyaz lezyon ve çevresinde oluşan etki incelenmiş ve hem lezyon bölgesinde hem de sağlam minede belirgin bir renk açılması gözlemlenmiştir. Sağlam mine bölgesinde lezyonlu bölgeye göre daha fazla renk açılması olduğu için beyaz nokta lezyonu olan alanların kamufler olduğu belirtilmiştir (82).

2.1.5.3. Kazein Fosfopeptit – Amorf Kalsiyum Fosfat (CPP-ACP) içerikli ajanların kullanılması

Sütten elde edilen kazein fosfopeptit – amorf kalsiyum fosfatın çürük gelişimini etkilediği görülmüştür. CPP-ACP içerisinde bulunan serbest kalsiyum ve fosfat iyonları mine yüzeyine kolaylıkla geçebilmektedir (66).

CPP-ACP, fosfat ve kalsiyum iyonlarını remineralizasyon için gerekli değere ulaştırarak antikaryojenik etki göstermektedir (64). Yapılan bir çalışmada CPP-ACP'nin dental plaktaki

inorganik fosfat oranını %57 ve kalsiyum oranını %118 oranında arttırdığı tespit edilmiştir. Plaktaki artan kalsiyum ve inorganik fosfat oranı ortamın pH değerini arttırarak demineralizasyonu azaltıp remineralizasyonu arttırmaktadır (69). Başka bir çalışmada ise CPP-ACP içeren solüsyon ile sudan oluşan başka bir solüsyon beyaz lezyonu tedavi edebilmesi bakımından karşılaştırılmış ve çıkan sonuca göre CPP-ACP solüsyonunun suya göre %55 daha fazla lezyonu tedavi ettiği gösterilmiştir (83).

2.1.5.4. Mikroabrazyon

Mine üzerinde dental bleaching işlemi ile geçirilemeyen herhangi bir yüzey bozukluğu veya renklenme bulunması durumunda, dental restorasyonların kullanılması gündeme gelmektedir. Mine yüzeyinde bu durumlar için kullanılan restoratif tedavilere alternatif olarak, kalıcı ve daha zararsız bir yöntem olan mikroabrazyon yöntemi tercih edilebilmektedir (84). Mine yüzeyinden kontrollü bir şekilde çeşitli materyaller kullanılarak madde kaldırma işlemine mikroabrazyon yöntemi denir (85). Minenin yüzeyinden asidik ve abraziv bileşenler olan hidroklorik asit ve pomza kullanılarak kolaylıkla madde kaldırılabilir (86). Mine tabakasının dış yüzeyinde daha fazla flor bulunduğu için dolayısı ile asitlere karşı daha fazla direnç göstermekte olup asit etkisiyle daha az miktarda mine dokusu uzaklaştırılabilir (87). Yapılan çalışmalarda mine yüzeyine uygulanan ilk beş saniyelik mikroabrazyon işlemi ile 12 µm, daha sonra yapılan her 5 saniyelik işlemde ise 26 µm derinliğinde mine dokusu uzaklaştırılabilir (87).

Özellikle ortodontik tedaviler sonrasında görülen beyaz lezyonların tedavisinde sıklıkla kullanılan mikroabrazyon işlemi, genellikle %18'lik hidroklorik asit ve orta grenli pomzanın karıştırılması ve mine yüzeyine polisaj şeklinde uygulanması ile yapılmaktadır (86). Hidroklorik asit pomza ile karıştırıldığında abraziv etkisi oldukça artmaktadır. Bu abraziv özelliği değerlendiren çalışmalarda %18'lik hidroklorik asit mineye 100 saniye tek başına uygulandığında 100 ± 47 µm mine dokusu kaldırılabilir halde, pomza ile karıştırılıp uygulandığında 360 ± 130 µm mine dokusu kaldırılabilir gözlenmiştir (84).

Mikroabrazyon yöntemi mine yüzeyinden bir miktar doku kaldırmasına rağmen alttan ortaya çıkan doku daha pürüzsüz bir yapı göstermektedir. Hatta, bu işlem sonrasında fosfat ve kalsiyum minerallerinin interprizmatik aralıkta tıkaç etkisi oluşturması sayesinde mine yüzeyi dış etkenlere karşı daha fazla dayanıklılık göstermektedir (81).

2.1.5.5. Rezin İnfiltrasyon Tekniği (ICON)

Yeni başlayan çürük lezyonlarının durdurulması için koruyucu uygulamaların etkisinin az olduğu, restoratif yöntemlerin ise az da olsa diş dokusu kaybına neden olduğu bilinmektedir. Bu durumlar araştırmacıları, hem yeni başlayan lezyonların durdurulmasını sağlayacak hem de diş dokusunda kayba neden olmayacak yöntemler bulmaya yönlendirmiştir. Fissür örtücü uygulamalarının çürük oluşumunu engellediğinin görülmesi üzerine başlangıç mine lezyonları üzerinde akışkan rezinlerin kullanılması gündeme gelmiştir. Yapılan uygulamalarda düşük viskoziteli rezinler kullanılarak fazla derecede poröziteye sahip olan başlangıç mine lezyonlarının kapatıldığı bildirilmiştir (88).

Başlangıç mine lezyonlarında farklı tabakalarda mikroporözite artışı izlenmiştir ve bu tabakaların, kinolin ve su gibi maddeleri içerisine çekebildiği belirtilmiştir. Asitler ve çözünmüş mineraller porözite bölgelerinden ve genişlemiş olan interprizmatik aralıklardan geçerek yayılabilmektedirler. Bu durum göz önüne alınarak başlangıç lezyonlarının uzaklaştırılması yerine poröz bölgelerin düşük viskoziteye sahip rezin materyallerle doldurulması düşünülmüştür. Bu şekilde kullanılan rezinler hem mikroporöziteyi azaltacak, hem de diş yapısına mekanik bir destek olarak kullanılabilecektir (89).

Bu teknikte kullanılan rezinler, fissür örtücülere göre daha düşük viskozitede olup yeni başlamış lezyonun üzerini örtmek yerine kapiller hareket sayesinde çürük lezyonunun içerisinde bariyer oluşturarak etki göstermektedir. Bu sayede mine yapısı güçlendirilerek mine dokusunda oluşabilecek kavitasyonların ve kırılmaların önüne geçilmesi sağlanmaktadır. Uygulanan düşük viskoziteye sahip rezin materyali, penetrasyon özelliğinin fazla olması nedeniyle çürük lezyonunun içerisine sanki bir süngerin içine girermiş gibi girerek porları tamamen doldurur. Bu sayede organik asitlerin çürük lezyonunun içerisinde ilerlemesi önlenmiş olur (90).

Ortodontik tedavi gören hastaların yeterli oral hijyeni sağlayamaması durumunda görülen beyaz lezyonların tedavisinde rezin infiltrasyon tekniğinin etkili bir şekilde kullanılabildiği belirtilmiştir (89).

Mine dokusuyla sınırlı ve kavitasyon görülmeyen lezyonlarda girişimsel tedaviler yerine kullanılabilen rezin infiltrasyon tekniğinde, mikrokavitasyon izlenen lezyonlar doldurulabilmektedir. Ayrıca bu teknik sayesinde lezyonun dentin dokusuna ulaşması yavaşlatılabilmekte veya önlenabilmektedir (91).

Yapılan araştırmalar sonucunda rezin infiltrasyon tekniğine yönelik olarak üretilen ICON isimli materyal tanıtılarak piyasaya sürülmüştür. Bir kit içerisinde bulunan rezin materyali, lezyon gövdesinin kapiller yapısına hızlıca penetre olup ışıqla polimerize olabilmektedir. Düşük viskoziteye sahip olan bu materyalin mineyle kontak açısı dar ve yüzey gerilimi yüksektir (92).

Beyaz mine lezyonlarının yüzeyel tabakası hipermineralize özellik göstermektedir ve bu durum kullanılmak istenen ajanların lezyonun derin tabakalarına ilerlemesini engellemektedir. Bu sebeple yüzeyel tabakanın kaldırılması gündeme gelmiştir (89). Bu amaçla diş yüzeyinde %15'lik hidroklorik asit ve %37'lik ortofosforik asit kullanılarak bu iki asidin etkileri karşılaştırıldığında, diş yüzeyine 120 saniye uygulanan hidroklorik asidin, ortofosforik aside göre daha etkili bulunduğu belirtilmiştir (93).

2.2. Ortodontik Tedavi

Çapraşık ve düzensiz dişler eski çağlardan beri bireyler için sorun oluşturmuş ve bu sorunlar çözülmeye çalışılmıştır. On sekizinci ve on dokuzuncu yüzyıllarda diş hekimliği geliştikçe, dişlerin düzenlenmesi için çeşitli apareyler tanımlanmış ve dönemin hekimleri tarafından kullanıldığı görülmüştür. 1850 yılından sonra ilk defa ortodonti tanımı ortaya çıkmış ve dişlerin sıralanması ile yüz oranlarının düzeltilmesi üzerinde durulmuştur (94).

Günümüzde ortodonti, dişleri dental arklar üzerinde sıralayıp her iki çenedeki dişlerin doğru kapanışa gelmesini sağlayarak iyi bir estetik ve fonksiyon elde etmeyi amaçlar (94).

2.2.1. Ortodontik tedavi yöntemleri

2.2.1.1. Direkt braketleme yöntemi

Diş minesi üzerine yapıştırılan braketlerin dişlere ortodontik kuvvetleri iletmesi ve bu sayede diş hareketlerinin elde edilmesi prensibiyle sabit ortodontik tedavi yöntemi geliştirilmiştir. 1955 yılında Buonocore'un (4) yaptığı çalışmada mine yüzeyini asitle hazırlaması, braketlerin mine yüzeyine yapıştırılmasına zemin oluşturmuştur. Geniş hasta grubuyla yapılan ilk çalışma 1977 yılında Zachrisson tarafından gerçekleştirilmiş ve bu tarihten sonra sabit ortodontik tedavide kullanılan materyaller ve teknikler hakkında yapılan araştırmalar hız kazanmıştır (6).

Dişlerin üzerine doğrudan braketlerin yapıştırılmasıyla uygulanan direkt braketleme yönteminde, ışıkla sertleşen kompozit rezinlerin kullanılmaya başlanmasıyla klinisyenlerin braket konumlarını daha doğru ayarlaması sağlanmıştır. Bu yöntemin en büyük dezavantajı özellikle posterior dişlerin net görülememesi ve buna bağlı olarak yerleştirilen ataçmanların doğru konumlandırılmamasıdır (95).

2.2.1.2. İndirekt braketleme yöntemi

Direkt teknikte karşılaşılan problemlere karşı, klinikte braketleme zamanının azaltılması ve hasta konforunun arttırılabilmesi için indirekt yapıştırma tekniği geliştirilmiştir. Hastadan alınan ölçülerden elde edilen alçı modeller üzerinde hastaların dişleri değerlendirilerek braketler daha doğru konumlandırılabilir (5). Bu yöntemde öncelikle hastadan ölçü alınarak alçı modeller elde edilir. Bu modeller üzerinde braketleme işlemi yapılır. Daha sonra transfer kaşıkları yardımıyla braketler alçı modelden alınarak hasta ağızına uygulanır (96).

Bu yöntem ile hasta başında braket konumlandırmak ile uğraşılmadığı için braketleme süresi azalmaktadır (97). Braket konumlandırılması daha iyi yapılabilirdiği için tedavinin kalitesinin arttığını ve tedavi süresinin kısaldığını bildiren araştırmalar da bulunmaktadır (98). Klinik braketleme süresinin kısılmasıyla birlikte hasta ve hekimin konforu artar (99). Bu

avantajlara rağmen, yöntemin ekstra bir laboratuvar prosedürünün olması, ek maliyet getirmesi ve hassas bir çalışma gerektirmesi gibi dezavantajları da vardır (100).

2.2.1.3. Şeffaf plak ile tedavi yöntemi

Gelişen teknoloji ile beraber son yıllarda özellikle erişkin hastaların tedavisinde şeffaf plaklar ile tedavi uygulamaları yaygınlaşmıştır. Farklı firmalar tarafından üretilen şeffaf plaklar ile tedavi sisteminde ölçü taraması veya ağız içi tarama yapılarak bilgisayar destekli bir tasarımla 3 boyutlu dental modeller oluşturulmakta ve bunlara göre şeffaf plaklar üretilerek ortodontik diş hareketleri sağlanabilmektedir (101).

Bu tedavi yönteminin avantajları olarak; kullanımının kolay olması, estetik olması, klinik randevu süresinin kısa olması, beslenmenin daha rahat olması, ağız hijyenini sağlamanın kolay olması ve diğer yöntemlere göre daha az ağrı oluşturmaması sayılabilir. Dezavantajları olarak ise; rotasyon düzeltimi, kök paralelliğinin sağlanması ve ekstrüzyon hareketinin kontrolünün zor olması, intermaksiller kapanışın düzeltilmesinin sınırlı olması ve çok maliyetli olması sayılabilir (102).

2.2.2. Braketlerin yapıştırılması

Sabit ortodontik tedavide braketlerin yapıştırılma işlemi dikkatle uygulanması gereken en önemli aşamalardan biridir. Ne kadar deneyimli olunursa olunsun titizlikle planlanmalı ve uygulanmalıdır, aksi halde tedavide başarı düşebilir (103).

2.2.2.1. Mine yüzeyinin hazırlanması

Diş minesinin, braketlerin yapışabileceği ve güçlü bir bağlantının sağlanabileceği uygun koşullara getirilmesi işlemi mine yüzeyinin hazırlanması olarak isimlendirilir. Bu aşamadaki ilk basamak; diş yüzeyinde herhangi bir organik veya inorganik artı bırakılmaması için yapılan diş yüzeyinin temizlenmesidir (104). Pomza, diş yüzeyini kaplayan organik partikülleri ve plağı temizlemek için kullanılan materyallerden biridir. Mikromotor ucuna takılan kıl veya plastik

fırça yardımıyla sulandırılmış olan florsuz pomza diş yüzeyine uygulanabilir. Bu aşamada dikkat edilmesi gereken kısım diş eti dokusuna zarar verilmemesidir (105).

Tükürük kontrolü, mine yüzeyinin temizlenip yıkanmasından sonra kuru bir ortam oluşturulabilmesi açısından çok önemlidir. Bu aşamada tükürük emiciler, yanak ve dudak ekartörleri, pamuklar, tükürük salgısını durduran ilaçlar ve tükürük bezi çıkışlarına yerleştirilebilen tükürük emici pedler kullanılabilir (106).

Uygun mine yüzeyi oluşturulduktan sonra minenin asit ile pürüzlendirilmesinin, mikro pürüzler oluşturarak kullanılacak olan adezivın tutuculuğunu arttırdığı belirtilmiştir (4). Mine yüzeyinin asitlenmesi ile beraber mine yapısında mikroporöziteler oluşur ve yüzey gerilimi düşürülür. Uygulanan asit sonrası mine prizmaları arasında kalsiyum sülfat ve kalsiyum monofosfat gözlenir. Yüzeyin yıkanması ile birlikte bu ürünler temizlenerek mine prizmalarında oluşan mikro boşluklar ortaya çıkar. Pürüzlendirilmiş mine prizmaları arasındaki bu boşluklara yapıştırıcı materyal penetre olarak tutunur (107).

Yapılan çalışmalarda çoğu daimi dişin 15-30 saniye kadar asitlenmesinin yeterli olduğu belirtilmiş ve dişlerin daha önce florlanmasının asitleme süresinde değişiklik yaratmadığı gösterilmiştir. Minenin yağsız ve kuru hava spreyi ile kurutulmasının ardından görülen buzlu veya tebeşirimsi görüntünün ortaya çıkması mine yüzeyinin yapıştırma için uygun olduğunu göstermektedir (103).

2.2.2.2. Primer Uygulanması

Primer, genellikle mine içerisine penetrasyonu sağlamak için kullanılan ve minenin ıslanabilirliğini arttırıp adeziv rezin kompozitin bağlanmasını sağlayan hidrofilik monomerlerden oluşan bir materyaldir. Primer adeziv sistemler ise adeziv ile primer materyallerinin birlikte olduğu, doldurucusuz rezinin primer içerisine eklenmesiyle oluşan ve tek aşamada uygulanabilen adeziv materyallerdir (108).

Primer materyalinin nem kontaminasyonu sonucu uygulamanın başarısızlık oranının yüksek olduğu bilinmektedir. Başarısızlık oranını düşürebilmek için daha ıslak alanlara da

uygulanabilen hidrofilik özellikte olan primer ajanlar yani bondlar tanıtılmıştır. Bonding işlemi sırasında minedeki tükürük ve nem kontaminasyonunun kompozitin bağlanma kuvvetini azaltmasından dolayı nem kontrolünün zor olduğu koşullarda hidrofilik primer kullanımı düşünülebilmektedir. Ancak hidrofilik primer materyalleri de az miktarda su veya nem varlığında polimerizasyon gerçekleştirebilseler bile yoğun miktarda su veya nem kontaminasyonunu tolere edemezler (109).

2.2.2.3. Yapıştırma işlemi

Braket yapıştırılması planlanan dişlerin mineleri primer adeziv sistemler ile kaplandıktan hemen sonra yapıştırma işlemine geçilmelidir. Direkt teknikte temel yapıştırma işlemi üreticilerin önerdikleri ufak farklılıklar dışında genellikle aynıdır. Braket tabanına yeterli miktarda kompozit konularak, braketin diş üzerinde doğru yerine yerleştirilmesi en çok kullanılan yöntemdir (110).

Diş yüzeyine braketin yerleştirilmesinden sonraki aşama pozisyonlandırma aşamasıdır. Bu aşamada istenilen harekete göre braket, çeşitli açılardan kontrol edilerek konumlandırılır. Konumlandırma tamamlandıktan sonra son aşama olarak tek nokta teması ile braket diş yüzeyine bastırılır ve bastırma sonucu ortaya çıkan kompozit fazlalıkları braket çevresinden uzaklaştırılır (111).

Bu işlemler uygulanması planlanan her bir braket için tekrarlanır ve daha sonra yapıştırıcının tipine göre uygun bir ışık kaynağı ile yapıştırıcı kompozit polimerize edilir (111).

2.2.3. Yapıştırıcı çeşitleri

2.2.3.1. Işıkla sertleşen Rezinler

Polimerizasyon için ışığa gereksinim duyan bu sistemler, isteğe bağlı polimerizasyona izin vermesi sebebiyle günümüzde çoğunlukla tercih edilirler (112). Polimerizasyon işlemi; ışık ile aktive olan başlatıcının konsantrasyonundan, ışınlama süresinden, kullanılan ışığın

yoğunluğundan, ışık kaynağının uygulama noktasına olan uzaklığından ve kompozitin doldurucu kısmının hacminden etkilenir (113).

Işıkla polimerize olan adezivlerin günümüzde en çok tercih edilenler olmasının sebepleri arasında; polimerizasyon işleminin isteğe bağlı olarak başlatılması, uzun çalışma zamanı ve yeterli bağlanma kuvveti sayılabilir (107).

Özellikle beyaz nokta lezyonu ve çürük oluşumunu engellemek için flor salma özelliğine sahip ve ışıkla polimerize olan adeziv sistemler de geliştirilmiştir (114).

Bununla birlikte braket tabanında kompozitin hazır bir şekilde yerleştirilmiş olduğu metal veya seramik braketler de günümüzde tercih edilmektedir. Bu sistemlerde yapıştırıcı kalitesi ve miktarının sabit olması sebebiyle, taşma daha az görülür, taşan kompozitin temizleme işlemi kolaydır ve çapraz enfeksiyon riski oldukça düşüktür (115).

Taşan kompozit miktarının fazla olması birçok problemi de beraberinde getirebildiği için temizleme işlemini kolaylaştırmak amacıyla renk değiştiren yapıştırıcılar geliştirilmiştir. Uygulama sırasında diştan farklı ve daha ayırt edilebilen bir renkte olan bu tarz yapıştırıcılar ışık ile polimerize edildikten sonra şeffaf renge dönmektedir. Başlangıçtaki renkli hali sayesinde ise polimerizasyon öncesinde kompozit artıkları daha kolay bir şekilde tespit edilip uzaklaştırılabilmektedir (116).

2.2.3.2. Kimyasal sertleşen rezinler

Kimyasal sertleşen rezinler iki bileşenin karıştırılması yoluyla polimerizasyonun sağlandığı sistemlerdir. Bu türde üretilen ilk sistemlerde macun kıvamlı iki bileşen kullanılmıştır. Bu tip rezinlerin fiziksel ve bağlayıcı özellikleri yüksek olmasına rağmen, karıştırılmaları nedeniyle poröz yapı ortaya çıkabilmekte, klinik uygulama ise hassas ve zaman alıcı olmaktadır. Daha sonraki zamanlarda biri macun kıvamlı ve diğeri sıvı olan iki bileşenli sistemler ortaya çıkmıştır. Fakat bunların da sınırlı çalışma zamanları ve homojen polimerize olamamaları dezavantajlarıdır (117).

2.2.3.3. Simanlar

1972 yılında diş hekimliğine simantasyon yapıştırıcısı ve direkt restoratif materyal olarak giren cam iyonomer siman, mine, dentin ve paslanmaz çelik gibi yüzeylere kimyasal bağlanabilmesi ve flor iyonu salabilmesi nedeniyle çürük oluşumunu azaltabilmesi sebebiyle tercih edilmektedir (107).

Cam iyonomer siman; polikarboksilat siman ve çinko fosfat simana göre daha güçlü bağlanma özelliği ve daha az demineralizasyon yaratma özelliği sebebiyle ortodonti pratiğinde özellikle bant simantasyonunda tercih edilir (118,119). Fakat maksimum bağlanma kuvvetine ulaşmasının uzun sürmesi ve nem kontaminasyonuna hassas olması dezavantajlarını oluşturur (120).

Rezin modifiye cam iyonomer siman ise tıpkı konvansiyonel cam iyonomer siman gibi asit baz reaksiyonu ile sertleşmekte, ancak farklı olarak içine kimyasal veya ışık ile polimerize olmasını sağlayan serbest radikaller eklenmektedir (117). Işıkla polimerize olan türünün bağlanma kuvvetlerinin kimyasal polimerize olana göre daha fazla olduğu ve daha hızlı sertleştiği belirtilmiştir (120).

Kompozit veya rezin modifiye cam iyonomer siman ile braket yapıştırılıp, düşme oranlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada rezin modifiye cam iyonomer siman kullanılan grupta braket düşme oranının çok daha yüksek olduğu görülmüştür (121). Kompozitlere kıyasla rezin modifiye cam iyonomer simanların bağlanma kuvvetleri düşük olduğu için uygulama alanları kısıtlıdır ve ortodonti pratiğinde genellikle bant yapıştırma ve oklüzyon yükseltme gibi uygulamalarda kullanılır (121).

2.2.3.4. Kompomerler

Rezin matrisli kompozit içeren kompomerler, kompozit ve cam iyonomer simanın su dışındaki temel kısımlarını içeriğinde barındırırlar. Doldurucu yapıları iyon filtre edebilen alüminosilikat camla değiştirilmiştir. Asit - baz reaksiyonu yerine ışıkla polimerize olurlar. Cam

iyonomer simanlara benzer şekilde flor salma özelliğine sahiptirler ve genellikle süt dişlerinin restorasyonunda kullanılırlar (117).

2.2.4. Işık Kaynakları

Işıkla polimerize olan rezin sistemlerinde bir ışık kaynağı ile elde edilen ışık, rezin içerisindeki başlatıcı ajanı aktive eder ve polimerizasyon başlamış olur. Bir çok rezinde başlatıcı ajan olarak kamferokinon kullanılır (122).

2.2.4.1. Halojen Işıklar

Mavi ışığa denk gelen 475 nm dalga boyunda ışık sağlayabilen halojen ışık kaynakları diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bu sistemlerin içerisinde bulunan tungsten filament ve mavi ışık harici spektrumu engelleyen filtre kolayca yıpranabildiğinden dolayı zamanla etkinliğinde azalmalar görülür (123).

Halojen ışık yayan lambalar içerisinde bulunan tungsten filamentin yüksek ısılara ulaşması sonucu ışık oluşturur. Kullanılan elektrik enerjisinin büyük bir kısmı ısıya dönüştüğü için düşük verimli ve oluşan yüksek ısıdan dolayı kullanım ömürleri kısa olan sistemlerdir (110).

Halojen lambalar rezin modifiye cam iyonomer simanları 40 saniye içerisinde, ortodontik kompozitleri ise 20 saniye içerisinde polimerize edebilirler ve bu uzun süreler klinik uygulamalar için dezavantajdır. Bu dezavantajı giderebilmek için daha yüksek ışık çıkışı sağlayabilen hızlı halojen lambalar geliştirilmiştir. Ancak, termal problemler ve filtre tekniğindeki zorluklar sebebiyle bu ışık kaynakları çok geliştirilememiştir (124).

2.2.4.2. Argon Lazerler

480 nm dalga boyunda ışık üretebilen argon lazerlerin, polimerizasyon zamanını büyük ölçüde düşürdüğü gözlenmiştir. Üretilen ışığı doğrultusunda sapma olmaksızın gönderebilen bu sistemde mesafe artsa da güçte herhangi bir düşüş gözlenmez (125).

Doldurucusuz rezinleri 5 saniye, dolduruculu rezinleri ise 10 saniye gibi kısa sürelerde polimerize edebilen argon lazerlerin, taşıma zorluğu ve maliyetinin yüksek olmasından dolayı ortodontik tedavilerde kullanımı yaygın değildir (126).

2.2.4.3. Plazma Ark Işıklar

Xenon plazma ark ampulleri, xenon gazıyla dolu tüp içerisinde bulunan katot ve tungsten anottan oluşan bir sistemdir. Xenon gazından elektrik akımı geçtiğinde gaz iyonize olup, pozitif ve negatif partiküllerden meydana gelen bir plazma ortaya çıkarak şiddetli bir beyaz ışık oluşur. Plazma ark ışıklar, ortaya çıkan ısı ve yüksek voltaj gereksinimi nedeniyle büyük ana ünitelerde üretilirler (127).

Bu sistemde, üretilen beyaz ışık 430-490 nm arasında bir spektruma filtre edilerek mavi ışık oluşturulur. Plazma ark lambalar 900-1650 mW enerji üretebilmesiyle, 300 mW enerji üretebilen konvansiyonel halojen lambalara göre çok daha güçlüdür. Bu sayede kompozitin polimerizasyonu için gerekli olan enerjiyi 3-5 saniye gibi çok daha kısa sürelerde verebilmektedir (128,129).

Ancak bu sistemde yüksek şiddette ışığın yüksek miktarda ısı üretmesi sebebiyle pulpaya zarar verebileceği düşünülmüştür. Bu yüzden plazma ark ışık kullanılan işlemlerde pulpal ısınma göz önüne alınarak 5-10 saniyelik ışınlamalar yapılmalıdır (130).

2.2.4.4. Işık Yayan Diyotlar (LED)

Konvansiyonel halojen ışıkların dezavantajlarını aşmak için yarı iletken bağlantılar kullanarak elektrolüminesans ile ışık üreten LED teknolojisinin kullanılması düşünülmüştür. Bu sistemin avantajları arasında; filtre olmadan 430-449 nm aralığındaki spektrumda mavi ışık üretebilmesi, çalışabilmesi için çok az enerjiye ihtiyaç duyması, küçük şarjlı üniteler halinde kullanılabilmesi, mekanik olarak dayanıklı olması, 10 bin saatten fazla kullanım ömrünün olması ve bu süre içerisinde çok az güç kaybetmesi, stabil ışık çıkışı olması ve kullanımının kolay olması sayılabilir (123,131).

Yapılan bir çalışmada 20 saniye ve 40 saniyelik LED ışığı uygulamasının 40 saniye halojen lamba uygulaması ile benzer sonuçlar verdiği görülmüştür (132). Gelişen teknolojiyle beraber bu süreler 3 saniye gibi çok daha kısa sürelere düşmüştür.

2.2.5. Braket Tipleri

Ortodontide kullanılan braketler zaman içerisinde gelişme göstermiş ve değişmiştir. Rutin olarak en çok kullanılan metal alaşımlı braketler olsa da plastik ve seramik bazlı braketler de bulunmaktadır (126).

2.2.5.1. Plastik Braketler

Daha çok estetik sebeplerle tercih edilen bu braketler polikarbonat yapıdadırlar. Distorsiyona ve kırılmaya dirençlerinin az olması, braket slotunun aşınması, su emmesi, renk değiştirmesi ve uygun yapıştırıcı gereksinimi gibi dezavantajları bulunan bu braketler günümüzde pek kullanılmamaktadır (133).

2.2.5.2. Seramik Braketler

Seramik braketler estetik beklentiye en iyi şekilde karşılayabilen braketlerdir. Monokristalli veya polikristalli alüminyum oksitten üretilen bu braketler plastik braketlerin estetik özelliğini ve metal braketlerin dayanıklılığını birleştirmeyi amaçlayarak üretilmiştir (134).

Seramik braketler ile ark telleri arasında metal braketlere göre çok daha fazla sürtünme oluşmaktadır ve bu sürtünmenin miktarını öngörmek çok zordur (135). Bu sebeple ankraj kontrolü ve kuvvet seviyesinin tahmini zorlaşmaktadır. Bu sorunların üstesinden gelmek için metal slotlu seramik braketler üretilmiş ve sürtünmenin azaltılabildiği belirtilmiştir (136).

Seramik braketle karşıt diş arasında prematür temas olduğu durumlarda seramik braketlerin sertliğinden dolayı karşıt dişte mine aşınmaları gözlenebilmektedir. Ayrıca metal

braketlere göre dişten sökülmeleri çok daha zordur ve sökerken kırılmalar yaşanabilmektedir (103,137).

2.2.5.3. Metal Braketler

Mine yüzeyine mekanik olarak yapışan metal braketler, yeterli retansiyonu sağlayabilmek için örgü veya kafes şeklinde taban yapısına sahip olarak üretilmektedir (126).

Metal braketlerin korozyona uğrayabilmeleri en büyük problemleri olarak görülmekte ve zayıf yapışma bölgelerinin sebebi olarak da braketin üretildiği paslanmaz elik alaşımı kaynaklı metal korozyonu gösterilmektedir. Buna ek olarak ağızda galvanik akım oluşumu, braketlerin termal etkenlere maruz kalması, braket yapısı ve dizaynı da zayıf bağlantı sebepleri arasında gösterilmektedir (138–141).

Titanyum içerikli braketlerin, daha biyouyumlu ve korozyona karşı dirençli olması sebebiyle paslanmaz elik braketler yerine kullanımları gündeme gelmiştir. Altın kaplı braketler de yine paslanmaz elik braketlere alternatif olarak dşnlmştir. Özellikle anterior ve premolar bölge için düşünülen bu braketlerin, çeliklere göre daha estetik olduğu, seramiklere göre daha hijyenik olduğu ve korozyona karşı daha dayanıklı olduğu belirtilmiştir. Buna rağmen pahalı olması sebebiyle fazla yaygınlaşamamıştır (103).

2.2.6. Debonding

Dişlerdeki ataçmanların çıkartılması, diş yüzeyinde kalan adezivlerin temizlenmesi ve diş yüzeylerinin tedaviden önceki hallerine döndürülmesi işlemine debonding denir (107). Debonding işlemi, kullanılan adezivin dişe bağlanma şekli, oluşturulan bağlanma kuvveti, ataçmanların diş yüzeyinden çıkarılma yöntemi ve mine yüzeyinde kalan adezivin temizlenme yöntemi gibi bir çok faktörden etkilenir (107,117,142).

Uygun tekniklerin kullanılmasıyla başarılı bir debonding işlemi gerçekleştirilerek iyi bir dental estetik sağlanabilir. Fakat yanlış tekniklerin kullanılması ve uygulamaların özensiz

yapılması debonding işleminin çok zaman almasına ve minede hasar oluşmasına sebep olabilir (143).

2.2.6.1. Ataçmanların çıkartılması

Sabit ataçmanların çıkartılma teknikleri kullanılan malzemelere göre farklılık göstermektedir. Metal ve plastik braketler farklı mekaniklerle yardımcı pensler kullanılarak çıkartılırlar. Bu braketler mesial ve distal kanatlarından tutup sıkılarak ve braket tabanı ile adeziv arası bağ kırılarak mineden ayrılır. Bu yöntemde braketin tekrar kullanılması mümkün olmaz ve adezivin büyük bir kısmı mine yüzeyinde kalır. Diğer bir yöntemde ise özel braket sökücü pensler yardımıyla braketin oklüzal ve gingivalinden kuvvet uygulanarak makaslama kuvveti oluşturulur ve braket çok deforme olmadan mine yüzeyinden ayrılır (144–146).

Seramik braketler metal olanlar kadar fazla esnekliğe sahip değildir. Bu sebeple seramik braketler sökülürken braketin deforme edilerek çıkartılması söz konusu olamamaktadır. Bu durumdan ötürü; çekme uygulayan pensler, braket-adeziv ara fazına makaslama kuvveti uygulayan pensler, ultrasonik uçlar ve lazer uygulamaları gibi alternatif yöntemler geliştirilmiştir. En çok kullanılan yöntem ise iki ucu keskin pensler yardımıyla adezivin kendi içerisinde kırılmasını sağlayan tekniktir (147).

2.2.6.2. Mine yüzeyinin temizlenmesi

Ataçmanların çıkartılmasının ardından kullanılan tekniğe bağlı olarak mine yüzeyinde kalan yapıştırıcı artıkları incelenir ve bu artıkların mineye zarar vermeden uzaklaştırılması sağlanır (117).

Diş hekimliğinde en çok kullanılan frezlerden olan elmas frezler önceleri debonding için denenmiştir. Fakat her ne kadar verimli bir şekilde adezivi temizleyebilse de mine yüzeyine hasar verdiği için tercih edilmemektedir. Yapılan çalışmalarda düşük turda tungsten karbid frez kullanılması, kalan yapıştırıcıların temizlenmesi için altın standart olarak kabul edilmiştir

(143,148–150). Kalan yapıştırıcının temizlenmesinin ardından mine yüzeyine polisaj yapılarak yüzeyin parlatılması ise estetiğin sağlanması için önemlidir (151).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no: D-KA19/09) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir.

3.1. Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi

Çalışmada kullanılacak her bir grup için gerekli olan örnek sayısının belirlenmesi amacıyla güç analizi yapılmıştır. Bu analize göre; %85 güç seviyesine ulaşılması için her bir grupta 18 diş olmak üzere, toplam 90 diş kullanılması gerektiği hesaplanmıştır.

3.2. Örneklerin Hazırlanması

Çalışmamızda Başkent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde çekilmiş olan 90 adet alt ve üst 1. ve 2. premolar diş kullanılmıştır. Dişlerin çatlak veya çürük içermemesine, herhangi bir yapısal bozukluğu olmamasına ve çekim sırasında herhangi bir hasar görmemiş olmasına dikkat edilmiştir. Toplanan dişler çekim sonrasında yıkanıp temizlendikten sonra bozulmalarını engellemek amacıyla %0,1'lik timol solüsyonu içerisinde serin ve karanlık bir ortamda bekletilmiştir.

3.3. Çalışma Gruplarının Hazırlanması

Çalışma gruplarının hazırlanması ve deney prosedürlerinin uygulanması tek bir araştırmacı tarafından yapılmıştır. Araştırma için uygun olan 90 adet diş randomize şekilde 5 eşit gruba ayrılmıştır (Tablo 3.1). Tüm gruptaki dişler 3'erli gruplar halinde, kronları açıkta kalacak şekilde 21x18x18 mm'lik alçı bloklara gömülmüşlerdir (Şekil 3.1). Daha sonra her bir dişe polisaj fırçası ve patı ile polisaj işlemi yapılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.1: 3 adet diş içeren blok



Şekil 3.2: Polisaj fırçası ve patı

Tablo 3.1: Çalışma gruplarının özellikleri

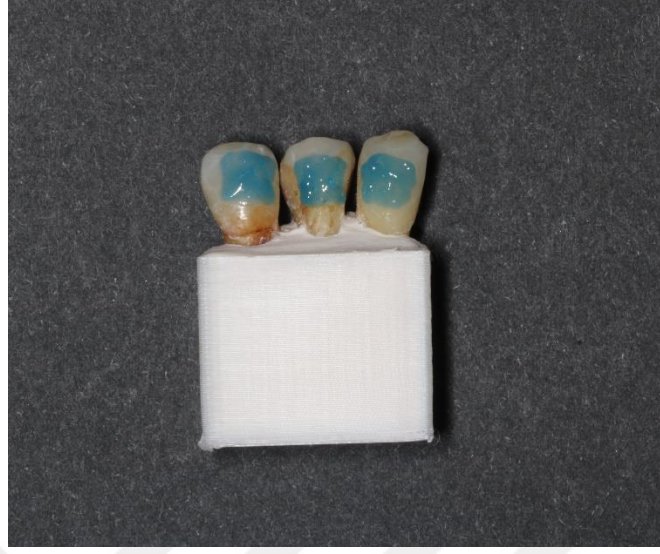
	N	Tedavi Tekniği	Yapıştırıcı
Grup 1	18	Direkt braketleme	Transbond XT
Grup 2	18	Direkt braketleme	Transbond Plus
Grup 3	18	İndirekt braketleme	Transbond XT
Grup 4	18	Şeffaf Plak	-----
Grup 5	18	-----	-----

N: Örnek sayısı

Birinci grupta dişlerin kronlarının tam orta kısmında braket tabanından biraz daha geniş bir alan belirlenmiştir. Bir yapışkan kağıdın ortasından 5,5x5,5 mm'lik bir alan kesilerek çıkartılmıştır (Şekil 3.3). Bu kağıdın kesilen bölgesi diş kronunun ortasına gelecek şekilde kağıt dişlere yapıştırılıp %37 lik ortofosforik asit uygulanarak pürüzlendirme yapılmıştır (Şekil 3.4). Daha sonra kağıt çıkartılıp dişler yıkanarak kurutulmuştur. Kurutulduktan sonra diş yüzeyine Transbond XT Light Cure Adhesive Primer (Transbond XT primer, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) pamuk uçlu aplikatör ile uygulanmıştır (Şekil 3.5). Devamında braket tabanına Transbond XT Adhesive (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) uygulanıp, braketler direkt yöntemle önceden hazırlanmış alanın orta bölgesine yerleştirilmiştir (Şekil 3.6, Şekil 3.8). Doğru braket pozisyonu ayarlanıp, kontrol edildikten sonra kompozit artıkları sond yardımıyla temizlenerek her dişe uygulanan kompozit LED ışık kaynağı ile polimerize edilmiştir (Şekil 3.7).



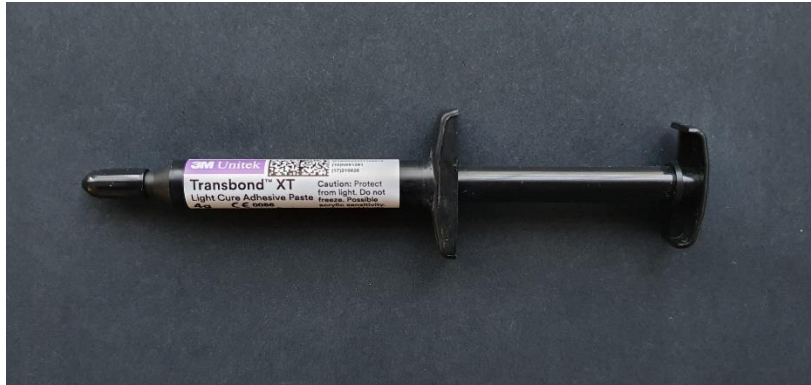
Şekil 3.3: Dental asitleme jeli (i-GEL Phosphoric Acid), orta kısmından 5,5x5,5 mm boyutlarında alan kesilerek çıkartılmış yapışkan kağıt, kumpas



Şekil 3.4: Asitlenmiş dişler



Şekil 3.5: Adeziv Primeri (Transbond XT primer, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) ve pamuk uçlu aplikatör



Şekil 3.6: Adeziv rezin (Transbond XT rezin, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD)



Şekil 3.7: LED ışık kaynağı (Elipar S 10, 3M ESPE, Monrovia, CA, ABD)



Şekil 3.8: Braketlenmiş dişler

İkinci grupta dişlerin kronlarının tam orta kısmında braket tabanından biraz daha geniş bir alan belirlenmiştir. Bir yapışkan kağıdın ortasından 5,5x5,5 mm'lik bir alan kesilerek çıkartılmıştır (Şekil 3.3). Bu kağıdın kesilen bölgesi diş kronunun ortasına gelecek şekilde kağıt dişlere yapıştırılıp %37 lik ortofosforik asit uygulanarak pürüzlendirme yapılmıştır (Şekil 3.4). Daha sonra kağıt çıkartılıp dişler yıkanarak kurutulmuştur. Kurutulduktan sonra diş yüzeyine Transbond XT Light Cure Adhesive Primer (Transbond XT primer, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) pamuk uçlu aplikatör ile uygulanmıştır (Şekil 3.5). Devamında braket tabanına Transbond PLUS Color Change Adhesive (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) uygulanıp, braketler direkt yöntemle önceden hazırlanmış alanın orta bölgesine yerleştirilmiştir (Şekil 3.9). Doğru braket pozisyonu ayarlanıp, kontrol edildikten sonra kompozit artıkları sond yardımıyla temizlenerek her dişe uygulanan kompozit LED ışık kaynağı ile polimerize edilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.9: Adeziv rezin (Transbond PLUS Color Change Adhesive, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD)

Üçüncü grupta indirekt yapıştırma tekniğini taklit edebilmek için 3 adet 3'lü diş bloğu bir araya getirilip dental ark formunda dizilmiş ve alçıya gömülmüş dişlerden ölçü kaşığına alginat yerleştirilerek ölçü alınmıştır (Şekil 3.10). Gömülü dişlerden çıkarılan alginata alçı dökülmüş, dökülen alçı sertleştikten sonra kaşıktan ayrılarak alçı çalışma modelleri hazırlanmıştır (Şekil 3.11). Bu çalışma modelleri lak ile izole edildikten sonra braketlerin tabanına Transbond XT Adhesive (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) uygulanıp, braketler alçı modeldeki dişlerin orta bölgesine yerleştirilmişlerdir (Şekil 3.12). Doğru braket pozisyonu ayarlanıp, kontrol edildikten sonra kompozit artıkları sond yardımıyla temizlenerek her dişe uygulanan kompozit LED ışık kaynağı ile polimerize edilmiştir. Daha sonra silikon esaslı ölçü maddesi (Memosil 2, Heraeus Kulzer, Wehrheim, Almanya) alçı model üzerindeki braketlenmiş dişlere uygulanmıştır (Şekil 3.13). Bu şekilde, içinde alçı model üzerine yerleştirilmiş braketleri barındıran transfer kaşıkları

hazırlanmıştır. Transfer kaşıkları 20 dakika ılık suda lakın çözülmesi için bekletilip alçı modelden ayrılmıştır. Alçıdan ayrılmış olan braket kaidelerindeki kompozitlerin pürüzlendirilmesi için 50 µm'lik alüminyum oksit tozu ile hafifçe kumlama yapılmıştır. Kumlanmış braket kaideleri su ile yıkanıp hava ile kurutulduktan sonra saf aseton ile temizlenmiştir. Daha sonra transfer kaşığında bulunan braket kaidelerine düşük vizkoziteli ışıkla sertleşen indirekt yapıştırma rezini Transbond Supreme LV (3M Unitek, Monrovia, CA) uygulanmıştır (Şekil 3.14). Bu aşamadan sonra transfer kaşığı dişlerin üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 3.15). Dişlerin üzerine yerleştirilen transfer kaşığında bulunan braketlere LED ışığı uygulanarak indirekt yapıştırma rezini polimerize edilmiştir. Daha sonra transfer kaşığı dişlerden uzaklaştırılmıştır.



Şekil 3.10: 3 adet 3'lü diş bloğu bir araya getirilip, üzerinden alginat ile ölçü alınması



Şekil 3.11: Alçı çalışma modeli



Şekil 3.12: Alçı çalışma modeli üzerinde yapılmış braketleme



Şekil 3.13: Alçı çalışma modeli üzerindeki braketlere uygulanan silikon esaslı ölçü maddesi (Memosil 2, Heraeus Kulzer, Wehrheim, Almanya)



Şekil 3.14: Düşük vizkoziteli ışıkla sertleşen indirekt yapıştırma rezini (Transbond Supreme LV, 3M Unitek, Monrovia, CA, ABD)



Şekil 3.15: Üzerine transfer kaşığı uygulanmış 3'lü diş bloğu

Dördüncü grupta yine 3 adet 3'lü diş bloğu bir araya getirilip, alçıya gömülmüş dişlerden ölçü kaşığına alginat yerleştirilerek ölçü alınmıştır (Şekil 3.10). Gömülü dişlerden çıkarılan alginata alçı dökülmüş, dökülen alçı sertleştikten sonra, kaşıktan ayrılarak alçı çalışma modelleri hazırlanmıştır (Şekil 3.11). Elde edilen alçı modeller üzerine essix makinesinde ısı ve basınç altında essix apareyi (vakumla şekillendirilen termoplastik aparey) hazırlanmıştır. Şeffaf essix plaklarının uzun kenarları 3'lü diş bloklarının boylarına uygun olarak kesilip düzeltilmiş ve hazırlanan aparey dişler üzerine oturtulup yapıştırılmadan uygulanmıştır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16: Essix apareyi uygulanmış 3'lü diş bloğu

Beşinci grup ise kontrol grubu olarak hazırlanmış ve herhangi bir aparey veya braket uygulanmamıştır.

Tüm gruplar hazırlandıktan sonra braket içeren gruplardaki (Grup 1, 2, 3) braketlerin kanatları karbon separe frez yardımıyla aşındırılmıştır (Şekil 3.17).



Şekil 3.17: Braket kanatları aşındırılmış 3'lü diş bloğu

3.4. Ph Siklusu Protokolleri

Bu çalışmada kullanılan demineralizasyon ve remineralizasyon solüsyonları 2012 yılında yapılan benzer bir çalışmada kullanılan solüsyon rehber alınarak hazırlanmıştır (152). Demineralizasyon solüsyonu 1 litre saf su, 0.441 gr kalsiyum klorür, 0.359 gr fosfat, 2.871 ml asetik asit, 0.308 gr amonyum asetat ve ulaşılmak istenen pH değeri sağlanana kadar eklenmiş olan potasyum hidroksit içermekte olup pH değeri 4.5 olarak sabitlenmiştir. Remineralizasyon solüsyonu ise 1 litre saf su, 0.226 gr kalsiyum klorür, 0.184 gr fosfat, 1.148 ml asetik asit, 0.308 gr amonyum asetat ve ulaşılmak istenen pH değeri sağlanana kadar eklenmiş olan potasyum hidroksit içermekte olup pH değeri 7 olarak sabitlenmiştir.

Tüm gruplardaki dişler 28 gün boyunca pH siklusuna sokulmuştur (Şekil 3.18). Bu siklus dişlerin öncelikle 22 saat boyunca demineralizasyon solüsyonuna yerleştirilmesini, sonrasında distile su ile yıkanıp hemen ardından 2 saat boyunca remineralizasyon solüsyonuna yerleştirilmesini içermektedir.



Şekil 3.18: Dişleri kaplayacak kadar solüsyon içerisinde bulunan 3'lü diş blokları

3.5. Scanning Electron Microscope (SEM) Görüntüleme ve Ölçümler

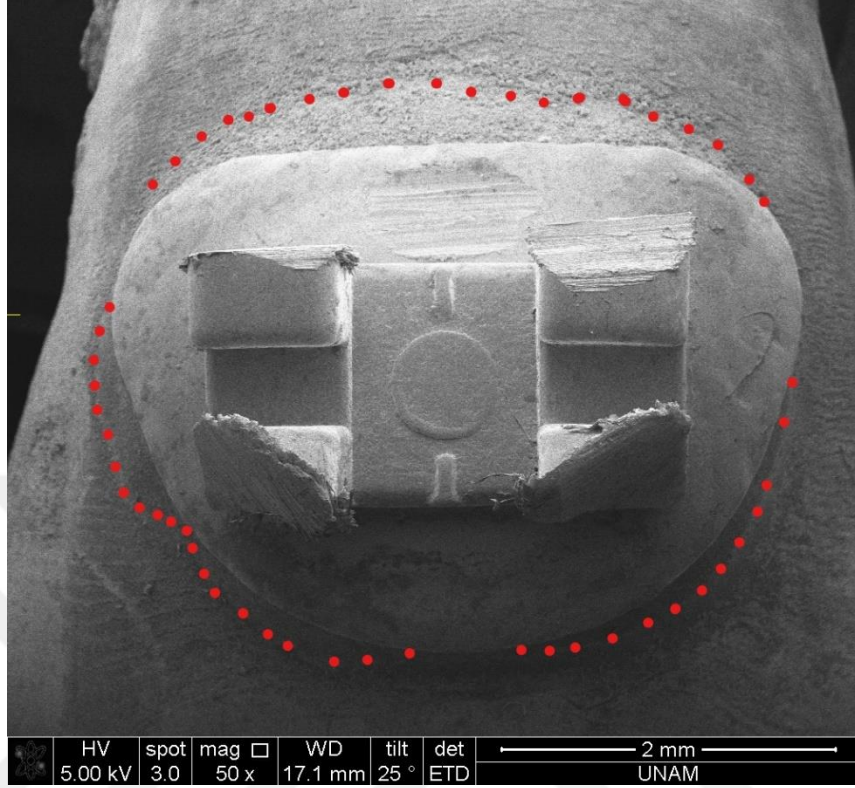
28 gün boyunca pH siklusuna sokulan dişler bu sürenin sonunda son kez distile su ile yıkanıp kurutulduktan sonra artık adeziv alanı ve demineralizasyon alanı bakımından incelenmeye hazır hale gelmiştir.

Artık adeziv alanının incelenmesi için üzerinde braket ve adeziv bulunan (Grup 1, 2, 3) tüm dişler Bilkent Üniversitesi Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi (UNAM) bünyesinde bulunan Scanning Electron Microscope (SEM – Taramalı Elektron Mikroskobu) cihazı ile görüntülenmiştir.

Grup 1, 2 ve 3'deki her bir diş bloğu üzerine öncelikle iyi görüntü alınabilmesi amacıyla altın paladyum karışımı bir kaplama yapılmıştır (Şekil 3.19). Daha sonra kaplama yapılmış diş blokları 2'li gruplar halinde SEM cihazına konulup görüntüleri alınmıştır (Şekil 3.20).



Şekil 3.19: Altın paladyum karışımı kaplama yapılmış 3'lü diş bloğu



Şekil 3.20: SEM cihazından elde edilen ve artık kompozit bölgeleri işaretlenmiş görüntü

SEM cihazından elde edilen görüntülerin tamamı teker teker Adobe Photoshop CS6 (Adobe Systems, ABD) programına aktarılarak artık kompozit alanı ölçülmüştür. Bu aşamada Adobe Photoshop CS6 (Adobe Systems, ABD) programında artık kompozit ve braketin toplam piksel sayısı ölçülerek elde edilen bu değerden braketin piksel sayısı çıkartılmıştır. Braket tabanının gerçek alanı ile braket tabanının piksel sayısının oranlanması sonucu, ölçülen artık kompozit piksel alanının gerçek boyutu mm^2 cinsinden hesaplanmıştır.

3.6. Debonding

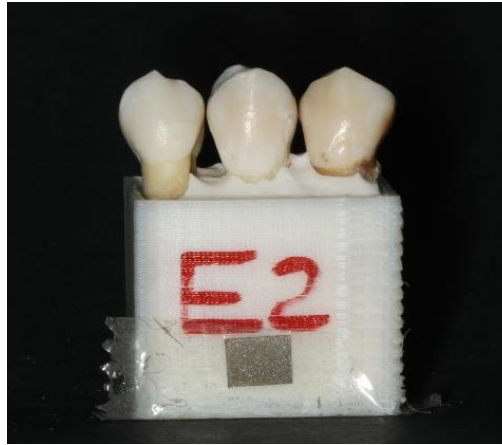
Artık adeziv alanı hesaplamasından sonra braketler braket sökücü yardımıyla sökülüp, diş yüzeyleri 12 bıçaklı tungsten karbid frez ile adeziv artıklarından temizlenmiştir. Daha sonra dişler yıkanıp kurutulmuştur. Temizleme işlemi sonrasında tüm örneklerin standart bir mesafeden fotoğrafları çekilmiştir.

3.7. Beyaz Nokta Lezyon Görüntülenmesi ve Ölçümler

Tüm gruplardaki üzerinde hiçbir ortodontik aparey bulunmayan dişlerin standart bir mesafeden fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 3.21). Fotoğraflar çekilmeden önce 20 mm² boyutunda bir metal parçası hazırlanarak tüm örneklerle yapıştırılıp, fotoğraf çekildikten sonra çıkartılmıştır (Şekil 3.22). Tüm dişlerin fotoğraflarının alınmasının ardından elde edilen fotoğrafların tamamı teker teker Adobe Photoshop CS6 (Adobe Systems, ABD) programına aktarılarak beyaz lezyon alanı ölçülmüştür. Bu aşamada beyaz lezyonların ve metal parçasının piksel sayısı ölçülmüştür. Metal parçasının gerçek alanı ile metal parçasının piksel sayısının oranlanması sonucu, ölçülen beyaz lezyon piksel alanının gerçek boyutu mm² cinsinden hesaplanmıştır.



Şekil 3.21: Standardize edilmiş fotoğraf düzeneği



Şekil 3.22: Beyaz lezyon ve 20 mm² boyutunda standart metal parçasının görüntüsü

3.8. İstatistiksel Analiz

Çalışmamızda elde edilen veriler SPSS 21 (IBM Corp, Armonk, NY, USA) istatistik programı aracılığı ile analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluk analizi Shapiro-Wilk testi ile yapılmıştır. Verilerin normal dağılmasından dolayı, gruplar arası karşılaştırmalarda One Way ANOVA testi kullanılmıştır. Değişkenler arası ilişkiye Pearson korelasyon analizi ile bakılmıştır. Anlamlılık seviyesi olarak 0,05 kullanılmış olup, $p < 0,05$ olması durumunda anlamlı farklılığın veya ilişkinin olduğu, $p \geq 0,05$ olması durumunda ise anlamlı farklılığın veya ilişkinin olmadığı belirtilmiştir.

4. BULGULAR

Yapılan ölçümlerden sonra araştırmacı güvenilirliğini değerlendirmek için tüm gruplardan rasgele 5 adet örnek alınıp aynı araştırmacı tarafından tekrar ölçülmüş ve sınıf içi korelasyon analizi (ICC) ile araştırmacı güvenilirliği hesaplanmıştır. Taşkın kompozit alanı ölçümleri için araştırmacı güvenilirliği değeri 0,997 olarak hesaplanmış olup, tam güvenilirlik var şeklinde yorumlanabilir (Tablo 4.1). Beyaz lezyon alanı ölçümleri için araştırmacı güvenilirliği değeri ise 0,999 olarak hesaplanmış olup, tam güvenilirlik var şeklinde yorumlanabilir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: Taşkın kompozit alanı ve beyaz lezyon alanı değerleri için araştırmacı güvenilirliği

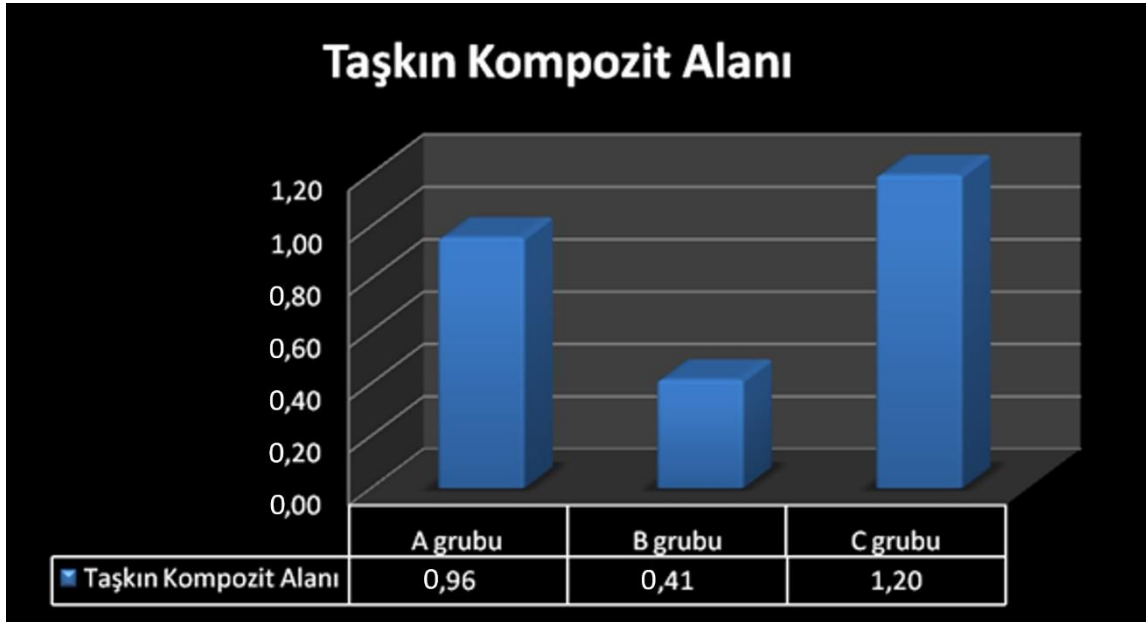
		95% Confidence Interval for ICC	
Gözlemci Güvenirliği	ICC	Lower	Upper
Taşkın Kompozit Alanı	0,997	0,996	1
Beyaz Lezyon Alanı	0,999	0,998	1

Taşkın kompozit alanı ölçümleri değerlendirildiğinde gruplar arasında anlamlı farklılık görülmektedir ($p = 0,0001$). Gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalar ise Bonferroni testi ile yapılmıştır. B grubu değerlerinin diğer gruplara göre anlamlı derecede düşük olduğu görülmüştür. A grubu ve C grubu arasında ise anlamlı bir farklılık görülmemiştir (Tablo 4.2, Şekil 4.1).

Tablo 4.2: Taşkın kompozit alanı ölçüm değerlerinin gruplar arasında dağılımı

		Grup						Anova	
		n	Ortalama (mm ²)	Medyan (mm ²)	Minimum (mm ²)	Maksimum (mm ²)	ss	p	Bonferroni
Taşkın Kompozit Alanı	A grubu	18	0,96	1,04	0,45	1,33	0,25	0,0001	A-B B-C
	B grubu	18	0,41	0,45	0,18	0,55	0,13		
	C grubu	18	1,20	1,08	0,67	2,37	0,48		

A Grubu: Direkt Grup (Transbond XT); B Grubu: Direkt Grup (Transbond Plus); C Grubu: İndirekt Grup (Transbond XT)



Şekil 4.1: Taşkın kompozit alanı ölçüm değerlerinin gruplar arası dağılımını gösteren grafik.

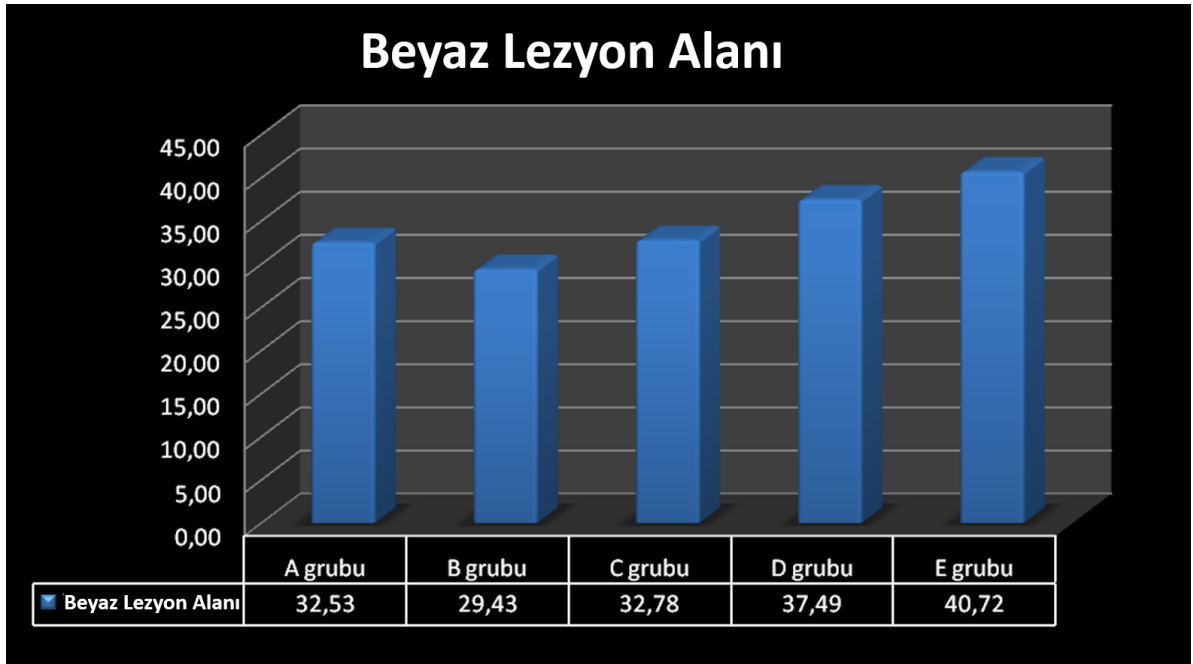
A Grubu: Direkt Grup (Transbond XT); B Grubu: Direkt Grup (Transbond Plus); C Grubu: İndirekt Grup (Transbond XT)

Beyaz lezyon alanı ölçümleri değerlendirildiğinde gruplar arasında anlamlı farklılık görülmektedir ($p = 0,0001$). Gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalar Bonferroni testi ile yapılmıştır. E grubundaki değerler A, B ve C grubundaki değerlere göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. D grubunun değerleri de B grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Diğer gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 4.3, Şekil 4.2).

Tablo 4.3: Beyaz lezyon alanı ölçüm değerlerinin gruplar arasında dağılımı

		Grup						Anova	
		n	Ortalama (mm ²)	Medyan (mm ²)	Minimum (mm ²)	Maksimum (mm ²)	ss (mm ²)	p	Bonferroni
Beyaz Lezyon Alanı	A grubu	18	32,53	32,24	23,82	41,60	5,40	0,0001	A-E B-D B-E C-E
	B grubu	18	29,43	30,26	19,90	39,78	6,58		
	C grubu	18	32,78	32,14	23,74	42,04	5,18		
	D grubu	18	37,49	37,30	30,13	53,24	5,63		
	E grubu	18	40,72	40,86	32,61	51,91	5,26		

A Grubu: Direkt Grup (Transbond XT); B Grubu: Direkt Grup (Transbond Plus); C Grubu: İndirekt Grup (Transbond XT); D Grubu: Şeffaf Plak Grubu; E Grubu: Kontrol Grubu



Şekil 4.2: Beyaz lezyon alanı ölçüm değerlerinin gruplar arası dağılımını gösteren grafik

A Grubu: Direkt Grup (Transbond XT); B Grubu: Direkt Grup (Transbond Plus); C Grubu: İndirekt Grup (Transbond XT); D Grubu: Şeffaf Plak Grubu; E Grubu: Kontrol Grubu

A grubunda taşkın kompozit alanı değerleri ile beyaz lezyon alanı değerleri arasındaki ilişki yani korelasyon incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemektedir ($r = 0,309$; $p = 0,212 > 0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte taşkın kompozit alanı değerleri arttıkça, beyaz lezyon alanı değerleri de artmaktadır (Tablo 4.4, Şekil 4.3).

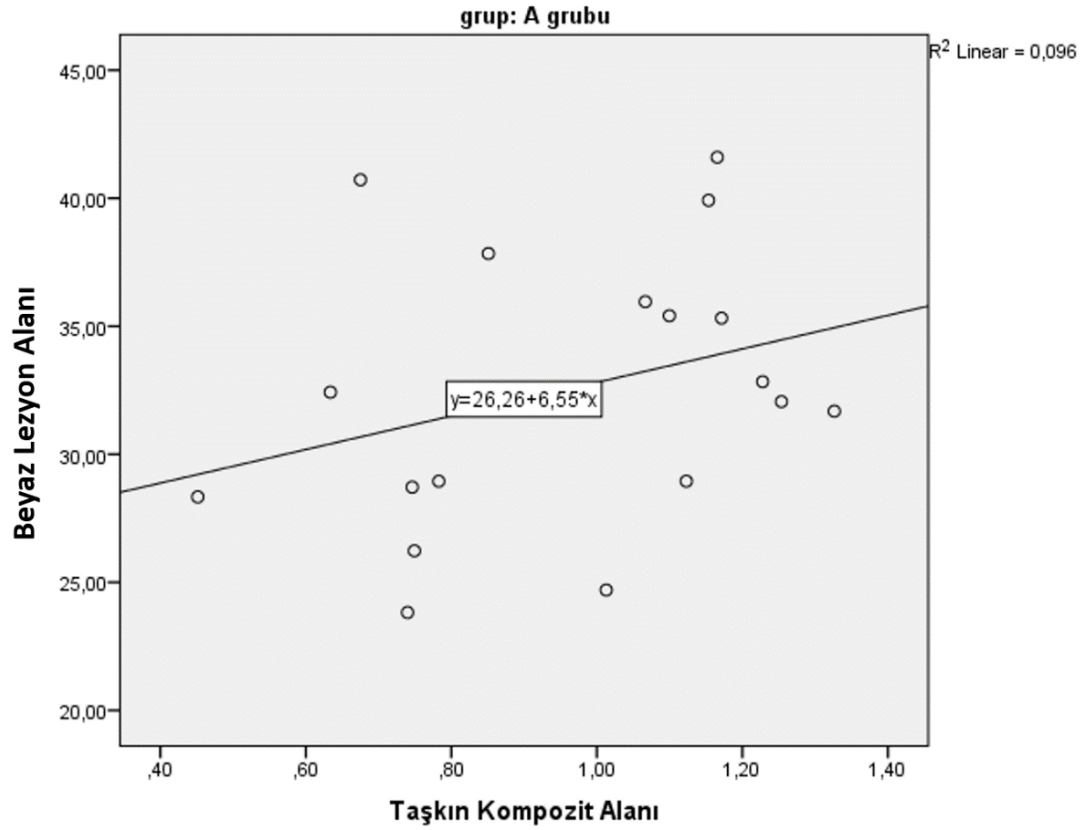
B grubunda taşkın kompozit alanı değerleri ile beyaz lezyon alanı değerleri arasındaki ilişki yani korelasyon incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemektedir ($r = -0,273$; $p = 0,272 > 0,05$). İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte taşkın kompozit alanı değerleri arttıkça, beyaz lezyon alanı değerleri azalmaktadır (Tablo 4.4, Şekil 4.4).

C grubunda ise taşkın kompozit alanı değerleri ile beyaz lezyon alanı değerleri arasındaki ilişki yani korelasyon incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmektedir ($r = -0,626$; $p = 0,005 < 0,05$). Taşkın Kompozit alanı değerleri arttıkça, beyaz lezyon alanı değerleri azalmaktadır (Tablo 4.4, Şekil 4.5). Değişkenler arasında ters yönlü ve orta dereceli bir ilişki görülmektedir.

Tablo 4.4: A, B ve C gruplarında taşkın kompozit alanı ile beyaz lezyon alanı arasındaki korelasyon

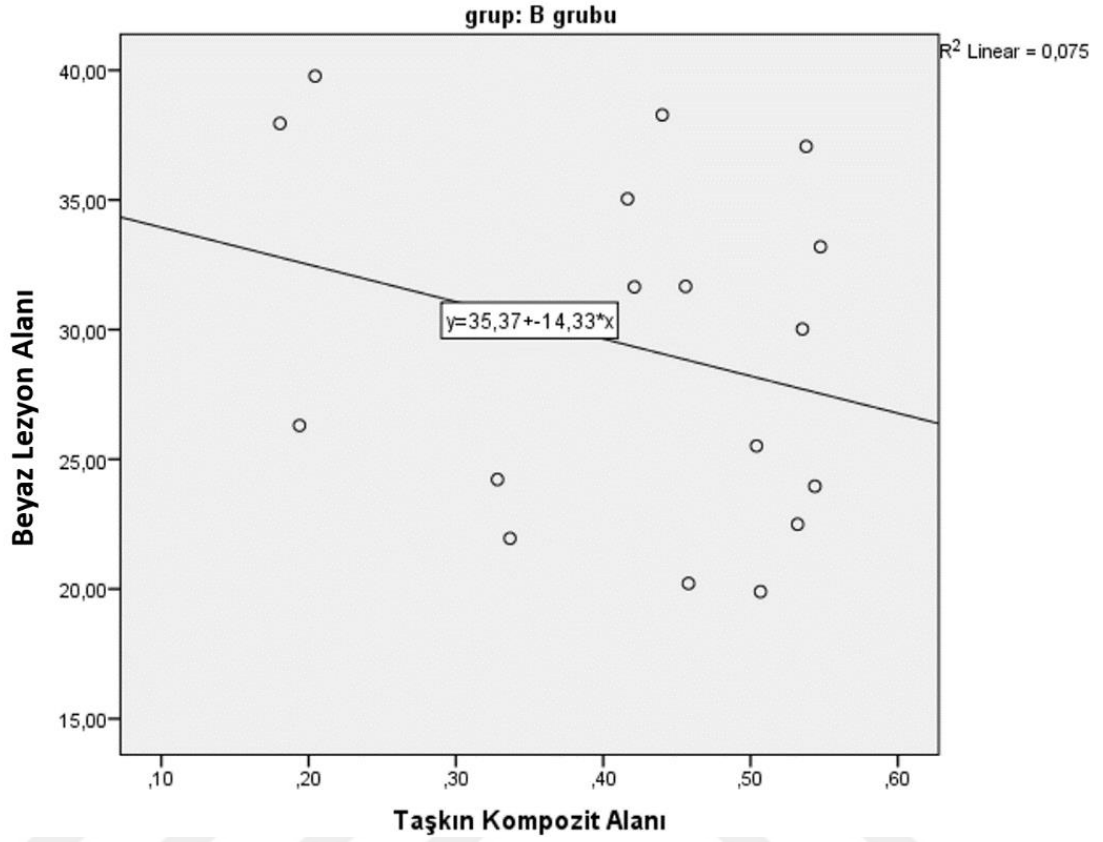
Grup	Değişken	r	p
A	Taşkın Kompozit Alanı - Beyaz Lezyon Alanı ilişkisi	0,309	0,212
B	Taşkın Kompozit Alanı - Beyaz Lezyon Alanı ilişkisi	-0,273	0,272
C	Taşkın Kompozit Alanı - Beyaz Lezyon Alanı ilişkisi	-0,626	0,005

A Grubu: Direkt Grup (Transbond XT); B Grubu: Direkt Grup (Transbond Plus); C Grubu: İndirekt Grup (Transbond XT), $p < 0,05$: istatistiksel olarak anlamlı ilişki



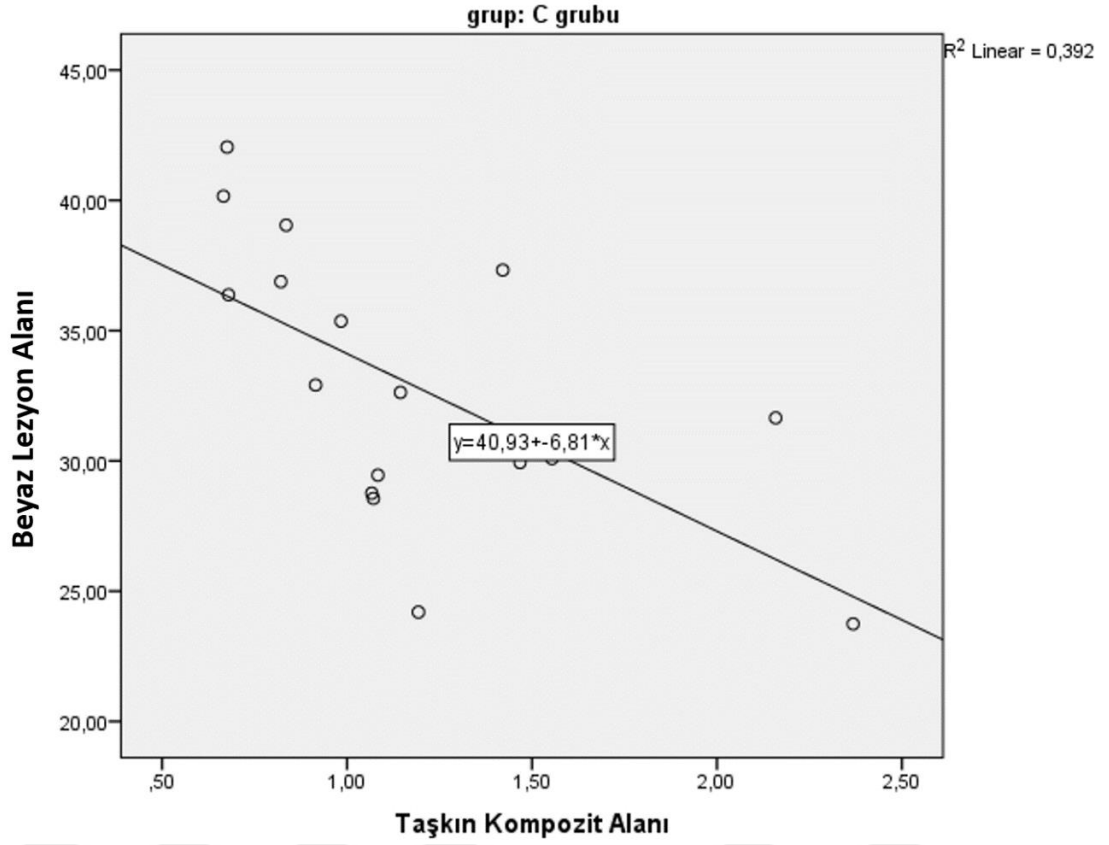
Şekil 4.3: A grubunda taşkın kompozit alanı - beyaz lezyon alanı değişkenleri arasındaki korelasyonu gösteren grafik

A Grubu: Direkt Grup (Transbond XT)



Şekil 4.4: B grubunda taşkın kompozit alanı – beyaz lezyon alanı değişkenleri arasındaki korelasyonu gösteren grafik

B Grubu: Direkt Grup (Transbond Plus)



Şekil 4.5: C grubunda taşkın kompozit alanı – beyaz lezyon alanı değişkenleri arasındaki korelasyonu gösteren grafik

C Grubu: İndirekt Grup (Transbond XT)

5. TARTIŞMA

Diş minesindeki demineralizasyonun ilk bulgusu olan beyaz lezyonlar bir ay gibi kısa bir süre içerisinde oluşabilmekte ve ortodontik tedavi gören hastalarda oldukça sık karşılaşılmaktadır (33). Özellikle estetik beklentiler ile başlanan ortodontik tedavilerde bu lezyonların görülmesi sonucu ise bu beklentiler karşılanamamakta, bazı durumlarda ise lezyonların büyüklüklerine göre ortodontik tedavi bitmeden bile sonlandırılabilir (9). Literatürde beyaz lezyonların braketlenen dişlerde görülme sıklığı %11,3 ile %84 arasında değişiklik göstermektedir (31,153).

Yapılan bir çalışmaya göre hastalar ortodontik tedaviye daha çok estetik bozukluklar nedeniyle başvurmaktadır (154). Beyaz lezyonlar da estetiği bozduğu için tedavi sonucunda hasta memnuniyetsizliğine sebep olmaktadır. Bu nedenle ortodontik tedavi süresince beyaz lezyonların oluşmasını önlemek çok önemlidir.

Dişler üzerinde sabit ortodontik ataçmanların yapıştırıldığı yerler genellikle çürük riskinin düşük olduğu yerlerdir. Buna rağmen ağız hijyeni yeterince sağlanamazsa lezyonların oluşumu kaçınılmazdır. Ortodontik tedavi sürecinde yapıştırılan ataçmanlar hastaların ağız hijyenini sağlamasını zorlaştırmaktadır. Yapılan çalışmalarda bu ataçmanların çevresinde daha fazla miktarda plak birikimi olup demineralizasyon olduğu belirtilmiştir (155,156).

Ağız içerisine yerleştirilen çeşitli ortodontik aпарeyler, hastalar ne kadar ağız hijyenine özen göstermeye çalışsalar da optimal şekilde yapılması gereken temizliği zorlaştırır veya engel olurlar. Aпарeyler dışında, bunların yapıştırılması için kullanılan materyallerin yeterince temizlenememesi sonucu da yapışma bölgelerinde plak birikimi ve bakteri kolonizasyonunda artış görülmektedir (9,31). Bu nedenle plak ve bakteri miktarının çok olduğu bölgelerin komşusu olan mine yüzeyleri demineralizasyon bakımından çok daha fazla risk altındadır (66,156).

Artık yapıştırıcı kompozit alanlarının çok olması durumunda diş yüzeyine tutunabilen plak miktarının artması, diş eti dokusunda irritasyon oluşması ve potansiyel olarak beyaz lezyon oluşumu için uygun ortam oluşması gibi istenmeyen durumların görüldüğü bildirilmiştir (157).

Beyaz lezyonlara karşı demineralizasyonu önleyerek veya remineralizasyonu destekleyerek mücadele edilebilir. Bu lezyonların tedavisinin zor olması sebebiyle koruyucu uygulamalarla oluşmasını önlenmeye çalışmak daha fazla önem taşımaktadır (66,70).

Literatürde beyaz lezyonların önlenmesi ve tedavisi ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Sudjalim ve ark.'nın (66) yaptığı çalışmada, sodyum florid ve kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum fosfatın braket çevresindeki demineralizasyona etkisi araştırılmıştır. Linton ve ark.'nın (79) yaptığı çalışmada farklı yoğunluktaki flor uygulamalarının beyaz nokta lezyonu tedavisi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Başka bir çalışmada, beyaz lezyonun oluşturduğu görüntünün dental bleaching ile kamufle edilebildiği bildirilmiştir (82). Ayrıca beyaz nokta lezyonlarının tedavisi ile ilgili olarak; kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum fosfat içeren ajanların kullanılması, mikroabrazyon ve rezin infiltrasyon teknikleri hakkında araştırmalar yapılmıştır (84,89,158). Şeffaf plak ile tedavi yöntemi ve direkt braketleme yönteminin beyaz lezyon oluşumu bakımından karşılaştırıldığı az sayıda çalışma bulunmaktadır (159,160). Dalessandri ve ark.'nın (161) yaptığı çalışmada direkt ve indirekt braketleme yöntemlerinin beyaz lezyon oluşumu bakımından karşılaştırması yapılmıştır. Buna rağmen bizim çalışmamızdaki kadar çeşitli ortodontik materyaller ve tedavi yöntemleri ile beyaz lezyon oluşumlarını karşılaştıran bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu çalışmada ortodontik tedavide kullanılan farklı yapıştırma yöntemleri ve tedavi materyallerinin aralarında beyaz lezyon oluşması açısından fark olup olmadığı araştırılmıştır. Öncelikle direkt ve indirekt braketleme yöntemleri birbiri ile, sonra ise direkt yöntemde şeffaf ve renkli kompozitler birbiri ile artık adeziv miktarları açısından elektron mikroskobu altında karşılaştırılmıştır. Bundan sonra ise sabit ve şeffaf plaklı tedavi tekniklerinin beyaz mine lezyonu oluşturmaları arasındaki farklar incelenmiştir.

İn-vitro çalışma kavramı, çalışmalardaki standardizasyonun daha kolay yapılabilmesi, maliyetinin daha düşük olması, değişkenlerin daha fazla kontrol altında tutulabilmesi ve ölçüm

yöntemlerinde hassas olunabilmesi gibi özellikleri sebebiyle ortaya çıkmıştır (162). İn-situ ve in-vivo çalışmalarda bireysel değişkenlerin kontrol edilmesinde yaşanan zorluklar, ağız ortamındaki kimyasal, mekanik ve termal streslerin uzaklaştırılamaması gibi sebeplerle uygulamaların ana başarısızlık nedenleri ortaya konamamaktadır (163).

Dişlerin remineralizasyon ve demineralizasyon solüsyonlarına belirli zaman aralıklarında maruz bırakılarak başlangıç mine lezyonlarının oluşturulması ve incelenmesi amacıyla in-vitro pH siklusu kavramı ortaya çıkarılmıştır (164). Bu yöntem doğal çürük oluşumu sürecindeki pH değişimini ve mineral hareketlerini taklit etmek suretiyle kullanılmaktadır. Bu şekilde yapılan in-vitro çalışmalarda değişkenlerin etkisi tek tek değerlendirilebilmektedir. Dolayısıyla geliştirilen ajanların klinikte kullanılmalarından önce in-vitro araştırmalarının yapılması çok önemlidir (163). Demineralizasyon ve remineralizasyon araştırmaları literatür incelendiğinde sıklıkla in-vitro olarak uygulanmış olup, bizim çalışmamız da yukarıda bahsedilen nedenlerle in-vitro olarak tasarlanmıştır (165,166).

Beyaz lezyonlar ile ilgili yapılan çalışmalarda literatür incelendiğinde insan ve hayvan dişlerinin kullanıldığı görülmüştür (91,93). Genellikle hayvan dişi olarak sığır dişleri tercih edilmiştir. Bunun nedenleri arasında büyük boyutlu olmaları sebebiyle kullanım kolaylığı yaratmaları sayılmaktadır. Buna rağmen insan dişleri ile kıyaslandığında sığır dişlerinin mineral yapısı daha porözlüdür ve bu sebeple uzun süreli remineralizasyon – demineralizasyon döngüsüne sokulması dişlerin yapısını bozarak araştırma sonuçlarını olumsuz yönde etkilemektedir (167). Bu sebeple çalışmamız için insan dişlerinin kullanılması uygun görülmüştür.

Daha önceden beyaz lezyonlar üzerinde yapılmış olan in-vitro çalışmalar değerlendirilerek çalışmamızda kullanılmak üzere ortodontik tedavi amacıyla çekilen üst ve alt birinci ve ikinci küçük azı dişleri toplanmıştır (91). Toplanmış olan dişler ışık altında incelenerek üzerinde dolgu, çatlak, çürük veya hasar olan dişler çalışmaya dahil edilmemiştir.

Demineralizasyon oluşturabilmek için literatürde farklı yöntemler uygulandığı görülmektedir. Bu yöntemler; özel kültürlerin kullanıldığı bakteriyel sistemler, in-vitro pH siklusu sistemleri ve asidik ortamın elde edildiği kimyasal sistemlerdir (168). Bakterilerin

kullanıldığı sistemler, genellikle çevre ve insan sağlığı açısından risk oluşturabilmesi, diğer yöntemlere göre uygulanmasının daha zor olması ve bu sistemde kullanılan besleyici ajanların belirli dönemlerde tazelenmesinin gerekmesi gibi dezavantajlara sahiptir. Kimyasal sistemlerin ise ağız ortamını tam olarak taklit edememesi en büyük dezavantajlarıdır (169).

Ağız ortamının gün boyunca pH değerinin değiştiği dinamik bir ortam olması sebebiyle bu durumun deney düzeneklerine aktarılması araştırmanın doğruluğu açısından çok önemlidir. Literatür incelendiğinde, farklı şekilde düzenlenmiş kimyasal formülleri olan ve bunların farklı periyodlarla uygulandığı pH siklusu (döngüleri) ile ağız ortamının taklit edildiği görülmektedir (152,164,168).

Araştırmalarda in-vitro olarak tasarlanan pH siklusu sistemlerinin, klinik uygulamalara göre ağız içi ortamı birebir yansıtmaya şansı az olsa da bilimsel kontrolü yeterli bir şekilde sağlayabilmektedirler. Buna ek olarak oldukça hassas olmaları, deney ortamının kontrollü olabilmesi, direkt ve hızlı bir şekilde değerlendirmeye izin vermeleri ve etik problem oluşturmamaları gibi bir çok avantaja sahiptirler (170,171). Diğer yöntemlere göre sahip oldukları bu avantajları dolayısıyla pH siklusu sistemleri, çürük gelişiminin takibi ve materyallerin çürük üzerindeki etkilerinin ağız ortamı taklit edilerek araştırılması amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan in-vitro pH siklusu sisteminin de beyaz lezyon oluşumunu sağlamadaki başarısı daha önce yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (152).

Yapılan çalışmalarda, demineralizasyon solüsyonunun pH değerinin 4 - 5 arasında olmasının mine yüzeyinde demineralizasyon oluşması ve sonuçlarının net bir şekilde gözlemlenebilmesi açısından önemli olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde remineralizasyon solüsyonunun pH değerinin ise tükürüğün tamponlama özelliklerinin benzerini yansıtabilmek amacıyla 6,8 - 7 arasında olması gerektiği bildirilmiştir (172). Bu sebeplerle, çalışmamızda en uygun şekilde ağız ortamını taklit edebilmek amacıyla demineralizasyon solüsyonunun pH değeri 4,5 ve remineralizasyon solüsyonunun pH değeri ise 7 olarak ayarlanmıştır.

Farklı sürelerde remineralizasyon ve demineralizasyon solüsyonlarının uygulanması sonucu farklı özelliklerde beyaz lezyonlar oluşabilmektedir. Yüksek pH değerlerindeki solüsyonların kısa süreli uygulanması sonucu yumuşak yüzeye sahip mine lezyonları elde

edilebilirken, düşük pH değerlerinde uzun süreli uygulamalar sonucunda minenin yüzey tabakası daha az etkilenip çözünmeden korunurken yüzey altı lezyonları oluşumu izlenmektedir. Bu durum sonucunda ise doğal olarak ağız ortamında meydana gelen beyaz lezyonlara benzer lezyonlar elde edilebilmektedir (173). Ortodontik ataçmanların etrafındaki beyaz lezyonların yüksek prevalansı, beyaz lezyonları inceleyen araştırmalarda ağız ortamının olumsuz koşullarını yüksek duyarlılığa sahip hastalardakine benzer şekilde taklit etmeyi önemli kılmıştır. Bu nedenle çalışmamızda ortodontik tedavi gören hastaların karyojenik ağız ortamını daha iyi taklit edebilmek amacıyla Silva Fidalgo ve ark.'nın (152) yapmış olduğu çalışmaya benzer şekilde 22 saat demineralizasyon solüsyonunda ve 2 saat remineralizasyonun solüsyonunda bekletilecek şekilde bir pH siklusu ayarlanmıştır.

Dişlerin braketlenebilmesi, solüsyonlara sokulabilmesi ve incelenebilmesi için sabit bir şekilde durması önemlidir. Bir çok çalışmada dişlerin sabitlenmesi amacıyla akrilik, alçı veya rezin bloklar kullanılmıştır (174–176). Bizim çalışmamızda da dişler braketleme işlemleri yapılmadan bir gün önce, her biri eşit bir şekilde 3 boyutlu yazıcı ile üretilen plastik kalıpların içerisine alçı konularak oluşturulan alçı bloklara gömülerek sabitlenmiştir. Her bir grupta üçer diş olmasına, dişlerin uzun akslarının blokların tabanlarına dik yerleştirilmesine ve dişlerin braketleme sırasında ağız ortamındaki sıkışıklığı taklit edebilmesi amacıyla yan yana ve temasta sabitlenmesine dikkat edilmiştir.

Mine yüzeyinin temiz olması, yüzeyde organik artıkların bulunmaması çalışmanın sağlıklı olabilmesi açısından önemlidir. Bu yüzden bu çalışmada da diğer çalışmalarda yararlanılmış olan flor içermeyen pat ve kıl fırça kullanılarak braketleme öncesi diş yüzeyleri temizlenmiştir (177).

Birçok araştırmada mine yüzeyinin pürüzlendirilmesi için asit kullanılması ve bu asidin konsantrasyonu ile uygulama süresi incelenmiştir. Braketleme yapılan çalışmalarda genellikle %35 - %37 konsantrasyonda fosforik asit kullanıldığı bildirilmiştir. Asitleme sürelerinde değişiklikler görülse de bir çok çalışmada 30 saniyelik uygulamalar yapılmıştır (178,179). Bu çalışmada da rutin olarak klinik uygulamalarda kullanılan şekilde %37'lik fosforik asit 30 saniye uygulanmıştır.

Son zamanlarda teknoloji ile birlikte ortodontik materyaller olan tel ve braket sistemleri de oldukça gelişmiştir. Gelişen braket sistemlerinde bulunan tork ve angulasyon değerlerinin dişe en uygun şekilde yansıtılabilmesi çok önem kazanmıştır. Braketleri en uygun şekilde konumlandırmak klinik şartlarında zor olabildiği için indirekt braketleme teknikleri popüler hale gelmiştir. Bu teknikler sayesinde tedavi kalitesinin arttığı, klinik çalışma süresinin azaldığı ve hem hekim hem de hasta konforunun arttığı bildirilmiştir (98). Literatür incelendiğinde indirekt braketleme tekniğinin artık kompozit oluşturma miktarlarıyla alakalı olarak sadece transfer kaşıklarının karşılaştırılmasına yönelik bir çalışmaya rastlanılmış olup başka çalışma görülememiştir (180).

Renk pigmentleri içeren kompozit çeşitlerinin geliştirilmesi, ortodontik materyaller açısından sağlanan en önemli gelişmelerden biridir. Bu tarz kompozitler braket yapıştırılması sırasında oluşan artık kompozit bölgelerini iyi bir şekilde gösterebilmektedir. Literatürde braket etrafında kalan artık kompozitler hakkında yapılan çalışma sayısı çok kısıtlıdır (157,180–182). Braketlerin etrafında kalan kompozit miktarı göz önüne alındığında klinisyenlerin bu konu hakkında endişelenmemeleri ise şaşırtıcıdır. Yoğun klinik randevuları ve braket pozisyonlandırılması üzerinde fazla durulması bu konunun göz ardı edilmesinin başlıca sebebi olabilir. Bunun dışında, konvansiyonel kompozitlerin renginin, mine rengi ile olan benzerliği de artık kompozitlerin yeterince temizlendiği izlenimini uyandırabilmektedir (157).

Literatüre bakıldığı zaman, artık kompozit miktarları incelenirken indirekt braketleme tekniği ve farklı kompozitlerin kullanıldığı direkt braketleme tekniklerinin karşılaştırıldığı bir çalışma bulunamamıştır. Bizim çalışmamız ise, hem renkli kompozit ve konvansiyonel kompozitin kullanıldığı direkt tekniğin hem de konvansiyonel kompozitin kullanıldığı indirekt tekniğin kullanıldığı tek çalışma olarak öne çıkmaktadır.

Literatür incelendiğinde, mine yüzeyindeki morfolojik değişikliklerin incelenmesi için en detaylı sonuçları veren en hassas ölçümlerin SEM kullanılarak yapıldığı belirtilmiştir (183–185).

Çalışmamızda artık kompozitin görüntülenmesi için Armstrong ve ark.'nın (157) çalışmasında tarif edilen 32x büyütme ile SEM görüntülerinin elde edilmesi yöntemi

kullanılmıştır. Bizim çalışmamızda 50x büyütme ile görüntüler alınmış olup, bu şekilde yapılan görüntülemelerde daha detaylı bir şekilde örnekler incelenmiş ve ölçümler yapılmıştır.

SEM cihazında elde edilen görüntüler iki boyutludur. Bukkal yüzeye dik olarak ve braketler ortalanarak elde edilen bu görüntülerde, braket kanatlarının görüntüyü gölgelemesi ve ölçümlerin hatalı çıkmaması için benzer çalışmalarda gibi braket kanatları frezler yardımıyla kaldırılmıştır (157). Bu şekilde iki boyutlu görüntüler üzerinde herhangi bir engel olmadan ve doğru bir şekilde artık adeziv alanı ölçümleri yapılabilmektedir.

Mine opasitelerinin ve erken mine lezyonlarının incelenmesi için fotoğraflama teknikleri kapsamlı bir şekilde çalışmalarda kullanılmış ve etkinlikleri kanıtlanmıştır (186,187). Birkaç klinik çalışmada ortodontik tedavi için başvuran hastaların tedavi öncesi, tedavi sırasında ve tedavi sonrasında mine demineralizasyonlarını incelemek üzere fotoğraflar kullanılmıştır (188,189).

Bizim çalışmamızda da mine yüzeyinde ortaya çıkan beyaz lezyonların incelenmesi için fotoğraf ile değerlendirme yöntemi kullanılmıştır. Artık adeziv ölçümlerinin elde edilmesinden sonra diş yüzeylerindeki braketler sökülüp dişler temizlenmiştir. Bu işlem sonrasında standart mesafe, konum, flaş ve makine ayarlarıyla tüm dişlerin fotoğrafları çekilmiştir.

Çalışmamızda ölçülen taşkın kompozit alanı değerleri incelendiğinde; direkt teknikle Transbond XT kullanılan grupta (A grubu), indirekt teknikle Transbond XT kullanılan gruba (C grubu) göre taşkın kompozit alanı daha az çıkmasına rağmen aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Bununla birlikte direkt teknikle renkli adeziv Transbond Plus kullanılan grupta (B grubu) diğer gruplara göre taşkın kompozit alanı daha az çıkmış olup, farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. B grubunda anlamlı şekilde daha az taşkın kompozit alanı olması, kullanılan kompozitin renk özelliğinden dolayı yapıştırılma esnasında taşan kompozitin minenin renginden kolaylıkla ayırt edilebilmesi ve klinik şartlarında daha kolay temizlenebilmesi ile açıklanabilir.

Armstrong ve ark.'nın (157) yaptığı çalışmada, oral kaviteyi taklit eden diş modellerinde yapay dişler üzerine Transbond XT ve renkli Transbond Plus kompozitler ile braket

yapıştırılmış ve artık braket miktarı araştırılmıştır. Araştırmacılar sonuç olarak braketleme yapan klinisyenin yeteneğinin artık kompozit miktarı üzerinde etkisi olduğunu belirtmiş ve artık kompozit alanları açısından gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Bu sonuç bizim çalışmamızla çelişmektedir. Bunun sebebi olarak; çalışma alanında bulunan ışıklandırmanın farklı olması, farklı araştırma hedefleri için yapılan braketlemelerde yapıştırma işlemine daha farklı özen gösterilip zaman harcanması ve klinisyenlerin yeteneği veya dikkati arasındaki farklılıklar gösterilebilir.

Alencar ve ark.'nın (182) yaptığı çalışmada, çekilmiş premolar dişleri üzerine Transbond XT ve renkli Transbond Plus kompozitler ile braket yapıştırılmış ve artık kompozit miktarı araştırılmıştır. Sonuç olarak Transbond Plus renkli kompozit ile yapılan braketlemelerin iyi bir ışıklandırma altında ve hafif bir büyütme yardımıyla yapılmasının artık kompozit miktarında anlamlı bir azalma sağladığı gösterilmiştir. Bu sonuç bizim araştırmamızla uyumludur. Her iki çalışmada da dikkatli incelenerek iyi bir ışıklandırma altında yapılan braketlemelerde renkli kompozit grubunda daha az artık kompozit oluşmaktadır.

Zachrisson ve ark.'nın (111) yaptığı klinik çalışmada dişlerin braketlenmesi sırasında ağız içerisindeki farklı diş bölgelerine indirekt ve direkt braketleme yapılmış ve direkt braketlemede braket etrafındaki taşan kompozitlerin daha rahat temizlenerek artık kompozit miktarında azalma sağlandığı belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda görülen, indirekt braketleme yönteminde daha fazla artık kompozit oluşması sonucu bu çalışmayla uyumludur.

Çalışmamızda ölçülen beyaz lezyon alanları incelendiğinde; kontrol grubundaki (E grubu) değerler, direkt teknikle Transbond XT kullanılan gruptaki (A grubu), direkt teknikle renkli adeziv Transbond Plus kullanılan gruptaki (B grubu) ve indirekt teknikle Transbond XT kullanılan gruptaki (C grubu) değerlere göre daha yüksek çıkmış olup aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Şeffaf plak uygulanmış gruptaki (D grubu) değerler ise direkt teknikle Transbond Plus uygulanmış gruptaki (B grubu) değerlere göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Diğer gruplar arasında ise anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. E grubundaki beyaz lezyon değerlerinin A, B ve C gruplarına göre yüksek çıkması, braketlenen yüzeylerdeki adeziv rezin içeren ortodontik materyallerin asidik pH değerindeki solüsyonlara karşı direnç oluşturduğu ve mine yüzeyini koruduğu, bu sayede beyaz lezyon miktarının azaldığı şeklinde

yorumlanabilir. D grubundaki değerlerin B grubuna göre yüksek çıkması ise B grubunun mine yüzeyinde daha fazla adeziv rezin içeren ortodontik materyal olması sebebiyle asidik pH değerindeki solüsyonlara karşı D grubundan daha fazla koruyuculuk elde ettiği şeklinde yorumlanabilir. D ve E grubundaki değerlerin arasında anlamlı bir fark olmaması, D grubundaki şeffaf plak kullanımının kontrol grubuna göre asidik pH değerlerindeki solüsyonlara karşı az da olsa koruma sağladığı, fakat yine de yeterli bir direnç oluşturmayıp beyaz lezyon oluşumu bakımından anlamlı bir fark yaratmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Literatürde şeffaf plak ve demineralizasyon arası ilişkiyi inceleyen çok az sayıda çalışma görülmüştür ve bunlar da klinik çalışmalardır. Buschang ve ark. (159) yaptıkları klinik çalışmada, şeffaf plak ile tedavi gören ve direkt braketleme ile tedavi gören hastalardaki beyaz lezyon oluşum riskini karşılaştırmıştır. Sonuçta braketleme grubunda daha fazla risk olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmada tüm gruplar için ağız hijyeninin önemli bir faktör olduğu belirtilip, direkt braketleme gruplarında ağız hijyeni kötü olan hastalarda beyaz lezyon oluşumunun yüksek olduğu bildirilmiştir. Albhaisi ve ark. (160) yaptıkları klinik çalışmada, şeffaf plak ile tedavi gören ve direkt braketleme ile tedavi gören hastalardaki beyaz lezyon oluşum riskini karşılaştırmıştır. Çalışma sonuçlarına göre hem şeffaf plaklar ile hem de braketler ile yapılan tedavilerde beyaz lezyonlar oluşmuş olup, şeffaf plak grubunda daha geniş ve sığ, braketleme grubunda ise küçük alanda ve daha derin lezyonlar olduğu bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda ağız hijyeni ve koruyucu uygulamalar hiçbir gruba uygulanmamış olup, sadece yoğun karyojenik alan taklit edilerek in-vitro bir ortam oluşturulmuştur. Çalışmaların sonuçları arasındaki farklılığın buna bağlı olduğu söylenebilir.

Çalışmamızda ölçülen taşkın kompozit alanları ile beyaz lezyon alanları arasındaki ilişki incelendiğinde; A grubunda taşkın kompozit alanları arttıkça beyaz lezyon alanlarının da arttığı görülmüş ancak aradaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu sonuca göre taşkın kompozit alanının beyaz lezyon oluşumuna anlamlı bir etkisi olmadığı düşünülmüştür. Taşkın kompozit alanlarının artmasıyla beyaz lezyon alanlarının da artması ise toplanan dişler ne kadar birbirine benzer seçilmeye çalışılsa da birbirleri arasında boyutsal ve yapısal farklılıklar olması ve bunun sonucunda mine yüzeyinde oluşan beyaz lezyon alanlarının farklı olabilmesi şeklinde yorumlanabilir. Diğer yandan B grubunda taşkın kompozit alanları arttıkça beyaz lezyon alanlarının azaldığı görülmüş ancak aradaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Yine bu grupta da taşkın kompozit alanının beyaz lezyon oluşumuna anlamlı bir etkisi olmadığı düşünülmüştür. Taşkın kompozit alanlarının artmasıyla beyaz lezyon alanlarının azalması ise yine toplanan dişler ne kadar birbirine benzer seçilmeye çalışılsa da birbirleri arasında boyutsal ve yapısal farklılıklar olması ve bunun sonucunda mine yüzeyinde oluşan beyaz lezyon alanlarının farklı olabilmesi şeklinde açıklanabilir.

C grubunda ise taşkın kompozit alanları arttıkça beyaz lezyon alanlarının azaldığı görülmüş, ayrıca aralarındaki ilişki istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur. Bu sonuca göre taşkın kompozit alanı miktarının beyaz lezyon oluşumu üzerinde engelleyici bir etkisi olduğu ve böyle bir etkinin ortaya çıkabilmesi için bir eşik miktarın olabileceği düşünülmektedir. Bu görüşe dayanarak, artık kompozit miktarının bu eşiğin üzerinde olması durumunda asidik pH değerine sahip solüsyonlara karşı direnç oluşabileceği ve bunun da beyaz lezyon oluşumunu azaltabileceği yorumuna varılabilir.

Dalessandri ve ark.'nın (161) yapmış olduğu klinik çalışmada, direkt ve indirekt braketleme yapılmış hastaların dişlerindeki plak ve beyaz lezyon oluşumlarına bakılmış ve sonuç olarak direkt braketleme yapılan grupta indirekt braketleme yapılan gruba göre daha fazla plak birikimi ve beyaz lezyon oluşumu bildirilmiştir. Bu sonuç bizim çalışmamızla çelişmektedir. Araştırmacılar indirekt braketleme grubunda daha az plak birikmesinin nedeni olarak; bu grupta özel üretilen bir transfer kaşığı ile sadece braket altında kalan alana asit uygulamış olmalarını, taşkın kompozitin bu kaşık sayesinde azalmış olmasını ve bu sayede braket etrafında oluşan retantif alanların ve dolayısıyla demineralizasyonun azalmasını göstermişlerdir. Bizim çalışmamızda ise braketlenen tüm gruplarda asitleme işlemi aynı şekilde gerçekleştirilmiş olup, özellikle indirekt braketleme grubunda standart klinik prosedürler harici bir işlem yapılmamıştır. Bu sebeple aynı adeziv rezinle direkt veya indirekt braketlenmiş gruplar arasında taşkın kompozit veya beyaz lezyon oluşumu açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Çalışmamızın sonuçları değerlendirildiğinde, çok dikkatlice yapılan bir braketleme işlemi sırasında taşkın kompozit alanları en iyi şekilde, renkli kompozitler direkt yöntemle kullanıldığında temizlenebilmektedir. Bununla birlikte yoğun karyojenik ortamda tedavi yönteminin sabit braket veya hareketli şeffaf plak olması fark etmeksizin mutlaka beyaz lezyon oluştuğu ve bu durumun şeffaf plak grubunda daha fazla olduğu görülmüştür. Klinisyenler

beyaz lezyon oluşumunu engellemek açısından kullanacakları braket adezivi ya da braketleme tekniğinden ziyade hastaların ağız hijyenlerine özen göstermelidir. Bu amaçla ağız hijyeninin sağlanması ve sürdürülmesi için hastalara yönlendirmelerde bulunup, ağız ortamında remineralizasyonun desteklenmesi üzerinde durulmalıdır.

Çalışmamızın limitasyonları değerlendirildiğinde; Çalışmamız in-vitro şekilde planlanıp gerçekleştirilmiştir. yapay olarak oluşturulan lezyonların kısa sürede, hızlandırılmış şekilde elde edilmesi ve deneysel uygulamaların ağız ortamını tam olarak taklit edememesi gösterilebilir. Daha uzun süreli ve kapsamlı klinik çalışmaların yapılması ortodontik tedavi yöntemleri ve bunlara bağlı beyaz lezyon oluşumlarının değerlendirilip detaylı bilgiler elde edilebilmesi açısından yararlı olacaktır. Dişlerin seçilmesi sırasında ne kadar dikkatli davranılmaya çalışılmış olsa da sadece çıplak göz ile seçim yapılmıştır. Işık mikroskobu kullanılarak özellikle dişlerde bulunabilecek çatlakların saptanması, diş seçimi konusunda daha sağlıklı bir seçim yapmaya izin verecektir. PH siklusu yapılırken termal değerler sabit tutulmuştur. Yapılacak çalışmalarda pH siklusu yanında termal siklusa sokulması ağız ortamının daha iyi yansıtılabilmesine ve dişlerin dayanıklılıkları ile lezyon oluşumlarının incelenmesinde yardımcı olabilecektir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Braketleme yapılan tüm gruplarda taşkın kompozitler izlenmiştir.
2. Direkt teknikle renkli adeziv Transbond Plus kullanılarak yapılan braketleme sonucunda taşkın kompozit alanı anlamlı derecede düşük bulunmuştur.
3. Yüksek karyojenik ortamda tüm gruplarda beyaz lezyon oluşumu izlenmiştir.
4. Yüksek karyojenik ortamda üzerinde herhangi bir aparey olmayan kontrol grubunda, diğer tüm gruplara göre daha fazla beyaz lezyon alanı oluşmuştur.
5. Yüksek karyojenik ortamda şeffaf plak kullanılan grupta, diğer tüm braketleme yapılan gruplara göre daha fazla beyaz lezyon alanı oluşmuştur.
6. İndirekt teknikle Transbond XT kullanılarak braketlenen grupta yüksek karyojenik ortam koşullarında, taşkın kompozit alanı arttıkça beyaz lezyon alanı azalmıştır.
7. Beyaz lezyonların oluşumunu engellemek konusunda klinisyenlerin sadece kullanılan materyallere güvenmemesi ve bu konuda dikkatli olması gerekmektedir. Yoğun karyojenik ortamda her şartta beyaz lezyon oluşabildiği için hastaların ağız bakımlarının dikkatle izlenmesi ve buna göre gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Wang S, Zhang J, Ma J, Yang H, Shao X, Su M, et al. Applying Pb(2+) to probe the dissolution of carbonated hydroxylapatite by *Enterobacter* sp.: A new insight into the bioerosion of tooth mineral. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2020 Dec;1–9.
2. Kozak U, Sękowska A, Chałas R. The Effect of Regime Oral-Hygiene Intervention on the Incidence of New White Spot Lesions in Teenagers Treated with Fixed Orthodontic Appliances. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Dec;17(24):9460.
3. ZACHRISSON BU, ZACHRISSON S. Caries incidence and orthodontic treatment with fixed appliances. *Eur J Oral Sci*. 1971;79(2):183–92.
4. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*. 1955;34(6):849–53.
5. Silverman E, Cohen M, Gianelly AA, Dietz VS. A universal direct bonding system for both metal and plastic brackets. *Am J Orthod*. 1972;62(3):236–44.
6. Zachrisson BU. A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *Am J Orthod*. 1977;71(2):173–89.
7. Bishara SE, Ostby AW. White Spot Lesions: Formation, Prevention, and Treatment. *Semin Orthod*. 2008;14(3):174–82.
8. Mollabashi V, Farmany A, Alikhani MY, Sattari M, Soltanian AR, Kahvand P, et al. Effects of TiO(2)-Coated Stainless Steel Orthodontic Wires on *Streptococcus mutans* Bacteria: A Clinical Study. *Int J Nanomedicine*. 2020;15:8759–66.
9. Øgaard B. White Spot Lesions During Orthodontic Treatment: Mechanisms and Fluoride Preventive Aspects. *Semin Orthod*. 2008;14(3):183–93.
10. Sonesson M, Brechter A, Abdulraheem S, Lindman R, Twetman S. Fluoride varnish for the prevention of white spot lesions during orthodontic treatment with fixed appliances: A randomized controlled trial. *Eur J Orthod*. 2020;42(3):326–30.
11. Chiego DJ. *Essentials of Oral Histology and Embryology*. Elsevier. 2019. 88–96 p.
12. Hu JCC, Chun YHP, Al Hazzazzi T, Simmer JP. Enamel formation and amelogenesis imperfecta. *Cells Tissues Organs*. 2007;186(1):78–85.
13. Robinson C, Shore RC, Brookes SJ, Strafford S, Wood SR, Kirkham J. The chemistry of enamel caries. Vol. 11, *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*. 2000. p. 481–95.

14. Ramirez Rozzi F. Enamel structure and development and its application in hominid evolution and taxonomy. *J Hum Evol.* 1998;35(4–5):327–30.
15. Berkovitz, B K B Color Atlas & Textbook of Oral Anatomy, Histology and E, Holland GR, Moxham BJ. Color Atlas & Textbook of Oral Anatomy, Histology, and Embryology. Mosby Year Book; 1994. 40–46 p.
16. Melberg JR RL. Fluoride in Preventive Dentistry: Theory and Clinical Applications. *Biochem Soc Trans.* 1986 Dec 1;14(6):1298.
17. Hicks J, Garcia-Godoy F, Flaitz C. Biological factors in dental caries: Role of saliva and dental plaque in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 1). *J Clin Pediatr Dent.* 2003;28(1):47–52.
18. Osawa K, Miyazaki K, Shimura S, Okuda J, Matsumoto M, Ooshima T. Identification of cariostatic substances in the cacao bean husk: Their anti-glucosyltransferase and antibacterial activities. *J Dent Res.* 2001;80(11):2000–4.
19. Dawes C. What is the critical pH and why does a tooth dissolve in acid? *J Can Dent Assoc.* 2003;69(11):722–4.
20. Ritter A V., Walter R, Boushell LW. Sturdevant's art and science of operative dentistry. Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry. 2018. 40–95 p.
21. Axelsson P. Diagnosis and Risk Prediction of Dental Caries, Volume 2. Quintessence Pub Co; 2000. 181–204 p.
22. Zero DT, Fontana M, Martínez-Mier AE, Ferreira-Zandoná A, Ando M, González-Cabezas C, et al. The biology, prevention, diagnosis and treatment of dental caries scientific advances in the United States. *J Am Dent Assoc.* 2009;140(1):25–34.
23. Iijima Y, Takagi O, Ruben J, Arends J. In vitro Remineralization of in vivo and in vitro Formed Enamel Lesions. *Caries Res.* 1999;33(3):206–13.
24. Featherstone JD. The science and practice of caries prevention. *J Am Dent Assoc.* 2000;131(7):887–99.
25. Aas JA, Griffen AL, Dardis SR, Lee AM, Olsen I, Dewhirst FE, et al. Bacteria of dental caries in primary and permanent teeth in children and young adults. *J Clin Microbiol.* 2008;46(4):1407–17.
26. Cury JA, Tenuta LMA. Enamel remineralization: Controlling the caries disease or treating early caries lesions? *Braz Oral Res.* 2009;23(1):23–30.

27. Silverstone LM. Structure of carious enamel, including the early lesion. *Oral Sci Rev.* 1973;3:100–60.
28. Totu Fİ. Kavite dezenfektanlarının ve antibakteriyel dentin bonding sisteminin, kompomer restorasyonların mikrosızıntı ve bağlanma kuvvetlerine etkisi. 2006. 1–69 p.
29. Abdullah Z, John J. Minimally Invasive Treatment of White Spot Lesions--A Systematic Review. *Oral Health Prev Dent.* 2016;14(3):197–205.
30. O'Reilly MM, Featherstone JDB. Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: An in vivo study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1987;92(1):33–40.
31. Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am J Orthod.* 1982;81(2):93–8.
32. Artun J, Thylstrup A. Clinical and scanning electron microscopic study of surface changes of incipient caries lesions after debonding. *Scand J Dent Res.* 1986 Jun;94(3):193–201.
33. Ogaard B, Rølla G, Arends J. Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 1. Lesion development. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod.* 1988 Jul;94(1):68–73.
34. Samawi S. Localisation and surface area measurement of post-orthodontic white lesions by computerized image analysis. *Univ Sheff.* 2005;78(4):585–90.
35. Willmot D. White Spot Lesions After Orthodontic Treatment. *Semin Orthod.* 2008;14(3):209–19.
36. RUSSELL AL. The Differential Diagnosis Of Fluoride And Nonfluoride Enamel Opacities. *J Public Health Dent.* 1961;21(4):143–6.
37. Curzon ME, Spector PC. Enamel mottling in a high strontium area of the U.S.A. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1977 Sep;5(5):243–7.
38. Benson P. Evaluation of White Spot Lesions on Teeth with Orthodontic Brackets. *Semin Orthod.* 2008;14(3):200–8.
39. Gillgrass TJ, Benington PCM, Millett DT, Newell J, Gilmour WH. Modified composite or conventional glass ionomer for band cementation? A comparative clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2001;120(1):49–53.
40. Ketley CE, Holt RD. Visual and radiographic diagnosis of occlusal caries in first

- permanent molars and in second primary molars. *Br Dent J.* 1993;174:364–370.
41. Kidd EAM, Ricketts DNJ, Pitts NB. Occlusal caries diagnosis: a changing challenge for clinicians and epidemiologists. *J Dent.* 1993;21(6):323–31.
 42. Bansode DP V, Pathak DSD, Wavdhane DMB, Kale DD. Diagnosing Dental Caries : An Insight. *J Dent Med Sci.* 2018;17(7):17–23.
 43. Longbottom C, Huysmans MCDNJM. Electrical measurements for use in caries clinical trials. *J Dent Res.* 2004;83(1):76–9.
 44. Lussi A, Megert B, Longbottom C, Reich E, Francescut P. Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions. *Eur J Oral Sci.* 2001;109(1):14–9.
 45. Berg JH. The marketplace for new caries management products: Dental caries detection and caries management by risk assessment. *BMC Oral Health.* 2006;6(1):S6.
 46. Yanikoğlu FÇ, Öztürk F, Hayran O, Analoui M, Stookey GK. Detection of Natural White Spot Caries Lesions by an Ultrasonic System. *Caries Res.* 2000;34(3):225–32.
 47. Van Daatselaar AN, Dunn SM, Spoelder HJW, Germans DM, Renambot L, Bal HE, et al. Feasibility of local CT of dental tissues. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2003;32(3):173–80.
 48. McMullan D. Scanning electron microscopy 1928–1965. *Scanning.* 1995;17(3):175–85.
 49. Arends J, ten Bosch JJ. Demineralization and remineralization evaluation techniques. *Journal of dental research.* 1992. p. 924–8.
 50. Swain M V., Xue J. State of the art of Micro-CT applications in dental research. *Int J Oral Sci.* 2009;1(4):177–88.
 51. Benson PE, Pender N, Higham SM. An in situ caries model to study demineralisation during fixed orthodontics. *Clin Orthod Res.* 1999;2(3):143–53.
 52. Karabekiroğlu S, Yılmaz ME, İleri Z, Ünlü N. Sabit ortodontik tedavide beyaz nokta lezyonları ve güncel önleme yöntemleri - Derleme. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekim Fakültesi Derg.* 2015;11(11):88–96.
 53. Akin M, Tez D, Ba FA. Ortodontik Tedavi Sırasında Oluşabilen White Spot Lezyonların Tedavisinde Sıklıkla Kullanılan Üç Tane Yöntemin Etkinliklerinin Karşılaştırılması. 2011. 3–34 p.
 54. 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 Dentofac Orthop.* 2007;131(2):223–8.
55. Mitchell L. An investigation into the effect of a fluoride releasing adhesive on the prevalence of enamel surface changes associated with directly bonded orthodontic attachments. *Br J Orthod.* 1992;19(3):207–14.
 56. Blayney JR, Tucker WH. The Evanston Dental Caries Study: II. Purpose and Mechanism of the Study. *J Dent Res.* 1948 Jun 1;27(3):279–86.
 57. Hellwig E, Lussi A. What Is the Optimum Fluoride Concentration Needed for the Remineralization Process? *Caries Res.* 2001;35(1):57–9.
 58. Ten Cate JM, Featherstone JDB. Mechanistic aspects of the interactions between fluoride and dental enamel. *Crit Rev Oral Biol Med.* 1991;2(3):283–96.
 59. Hellwig E, Lennon A M. Systemic versus topical fluoride. *Caries Res.* 2004;38(3):258–62.
 60. ten Cate JM, Duijsters PP. Influence of fluoride in solution on tooth demineralization. II. Microradiographic data. *Caries Res.* 1983;17(6):513–9.
 61. Harper DS, Osborn JC, Hefferren JJ, Clayton R. Cariostatic evaluation of cheeses with diverse physical and compositional characteristics. *Caries Res.* 1986;20(2):123–30.
 62. Çetin, D , Avşar, D , Ulusoy Y. Kazein içerikli besinler ve dental ürünler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekim Fakültesi Derg.* 2011;11(4):24–31.
 63. Aimutis WR. Bioactive Properties of Milk Proteins with Particular Focus on Anticariogenesis. *J Nutr.* 2004;134(4):989–95.
 64. Reynolds EC. Remineralization of enamel subsurface lesions by casein phosphopeptide-stabilized calcium phosphate solutions. *J Dent Res.* 1997;76(9):1587–95.
 65. Reynolds EC, Johnson IH. Effect of milk on caries incidence and bacterial composition of dental plaque in the rat. *Arch Oral Biol.* 1981;26(5):445–51.
 66. Sudjalim TR, Woods MG, Manton DJ, Reynolds EC. Prevention of demineralization around orthodontic brackets in vitro. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2007;131(6):705.e1-9.
 67. 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.

68. Gehlen I, Netuschil L, Berg R, Reich E, Katsaros C. The influence of a 0.2% chlorhexidine mouthrinse on plaque regrowth in orthodontic patients. A randomized prospective study. Part I: clinical parameters. *J Orofac Orthop*. 2000;61(1):54–62.
69. Hanham A, Addy M. The effect of chewing sugar-free gum on plaque regrowth at smooth and occlusal surfaces. *J Clin Periodontol*. 2001;28(3):255–7.
70. Zimmer S, Robke FJ, Roulet JF. Caries prevention with fluoride varnish in a socially deprived community. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1999;27(2):103–8.
71. Sengun A, Sari Z, Ramoglu SI, Malkoç S, Duran I. Evaluation of the dental plaque pH recovery effect of a xylitol lozenge on patients with fixed orthodontic appliances. *Angle Orthod*. 2004;74(2):240–4.
72. Øgaard B, Rezk-Lega F, Ruben J, Arends J. Cariostatic effect and fluoride release from a visible light-curing adhesive for bonding of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1992;101(4):303–7.
73. Diaz-Arnold AM, Holmes DC, Wistrom DW, Swift EJ. Short-term fluoride release/uptake of glass ionomer restoratives. *Dent Mater*. 1995;11(2):96–101.
74. Wiltshire WA. Determination of fluoride from fluoride-releasing elastomeric ligature ties. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1996;110(4):383–7.
75. 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.
76. Kardos S, Shi B, Sipos T. The In Vitro Demineralization Potential of a Sodium Fluoride, Calcium and Phosphate Ion-Containing Dentifrice under Various Experimental Conditions. *J Clin Dent*. 1999;10(1):22–5.
77. Reynolds EC, Cai F, Cochrane NJ, Shen P, Walker GD, Morgan M V., et al. Fluoride and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *J Dent Res*. 2008;87(4):344–8.
78. Winston AE, Bhaskar SN. Caries prevention in the 21st century. *J Am Dent Assoc*. 1998;129(11):1579–87.
79. Linton JL. Quantitative measurements of remineralization of incipient caries. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1996;110(6):590–7.
80. Willmot DR. White lesions after orthodontic treatment: does low fluoride make a difference? *J Orthod*. 2004;31(3):235–42.

81. Donly KJ, Gerlach RW. Clinical trials on the use of whitening strips in children and adolescents. *Gen Dent*. 2002;50(3):242–5.
82. Knösel M, Attin R, Becker K, Attin T. External bleaching effect on the color and luminosity of inactive white-spot lesions after fixed orthodontic appliances. *Angle Orthod*. 2007;77(4):646–52.
83. Reynolds EC, Cain CJ, Webber el, Black CL, Riley PF, Johnson IH, et al. Anticariogenicity of Calcium Phosphate Complexes of Tryptic Casein Phosphopeptides in the Rat. *J Dent Res*. 1995;74(6):1272–9.
84. Tong LSM, Pang MKM, Mok NYC, King NM, Wei SHY. The Effects of Etching, Microabrasion, and Bleaching on Surface Enamel. *J Dent Res*. 1993;72(1):67–71.
85. Pourghadiri M, Longhurst P, Watson TF. A new technique for the controlled removal of mottled enamel: Measurement of enamel loss. *Br Dent J*. 1998;184(5):239–41.
86. Croll TP, Bullock GA. Enamel microabrasion for removal of smooth surface decalcification lesions. *J Clin Orthod*. 1994 Jun;28(6):365–70.
87. Bhandari R, Thakur S, Singhal P, Chauhan D, Jayam C, Jain T. In vivo comparative evaluation of esthetics after microabrasion and microabrasion followed by casein phosphopeptide-amorphous calcium fluoride phosphate on molar incisor hypomineralization-affected incisors. *Contemp Clin Dent*. 2019;10(1):9–15.
88. Paris S, Meyer-Lueckel H. Masking of labial enamel white spot lesions by resin infiltration--a clinical report. *Quintessence Int*. 2009;40(9):713–8.
89. Kielbassa AM, Muller J, Gernhardt CR. Closing the gap between oral hygiene and minimally invasive dentistry: a review on the resin infiltration technique of incipient (proximal) enamel lesions. *Quintessence Int*. 2009 Sep;40(8):663–81.
90. Phark JH, Duarte S, Meyer-Lueckel H, Paris S. Caries infiltration with resins: a novel treatment option for interproximal caries. *Compend Contin Educ Dent*. 2009;3:13–7.
91. Paris S, Meyer-Lueckel H, Kielbassa AM. Resin infiltration of natural caries lesions. *J Dent Res*. 2007 Jul;86(7):662–6.
92. Paris S, Meyer-Lueckel H, Cölfen H, Kielbassa AM. Penetration coefficients of commercially available and experimental composites intended to infiltrate enamel carious lesions. *Dent Mater*. 2007;23(6):742–8.
93. Meyer-Lueckel H, Paris S, Kielbassa AM. Surface layer erosion of natural caries lesions

with phosphoric and hydrochloric acid gels in preparation for resin infiltration. *Caries Res.* 2007;41(3):223–30.

94. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. *Contemporary Orthodontics*. 5th ed. Elsevier Health Sciences; 2014. 2–14 p.
95. Sondhi A. Efficient and effective indirect bonding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;115(4):352–9.
96. Echarri P, Kim TW. Double transfer trays for indirect bonding. *J Clin Orthod.* 2004;38(1):8–13.
97. Kalange JT. Ideal appliance placement with APC brackets and indirect bonding. *J Clin Orthod.* 1999;33(9):516–26.
98. Kalange JT. Indirect bonding: a comprehensive review of the advantages. *World J Orthod.* 2004;5(4):301–7.
99. Guenther TA, Larson BE. Indirect Bonding: A Technique for Precision and Efficiency. *Semin Orthod.* 2007;13(1):58–63.
100. White LW. A new and improved indirect bonding technique. *J Clin Orthod.* 1999;33(1):17–23.
101. Phan X, Ling PH. Clinical limitations of invisalign. *J Can Dent Assoc (Tor).* 2007;73(3):263–6.
102. Joffe L. Invisalign: early experiences. *J Orthod.* 2003 Dec;30(4):348–52.
103. Graber LW, Vanarsdall RL, Vig KWL, Huang GJ. *Orthodontics: Current Principles and Techniques*. 6th ed. St. louis, Missouri: Elsevier; 2016. 812–862 p.
104. Miura F, Nakagawa K IA. Scanning Electron Microscopic Studies on the Direct Bonding System. *Bull Tokyo Med Dent Univ.* 1973;20(3):245–60.
105. Bishara SE, Laffoon JF, VonWald L, Warren J. Effect of time on the shear bond strength of cyanoacrylate and composite orthodontic adhesives. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2002;121(3):297–300.
106. Carter RN. Salivary control. *J Clin Orthod JCO.* 1981;15(8):562.
107. Graber, T.M., Vanarsdall, R.L.Jr., Vig KWL. *Orthodontics: Current Principles and Techniques*, Fourth Edition. St. Louis, Mosby; 2005. 579–660 p.
108. Sofan E, Sofan A, Palaia G, Tenore G, Romeo U, Migliau G. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Ann Stomatol*

(Roma). 2017 Jul 3;8(1):1–17.

109. Shukla C, Maurya R, Jain U, Gupta A, Garg J. Moisture insensitive primer: A myth or truth. *J Orthod Sci.* 2014;3(4):132–6.
110. Yaman MA. Sabit Ortodontik Tedavilerde Braket Yapıştırılmasında Kullanılan Farklı Adeziv sistemlerinin İn Vitro karşılaştırılması. 2006. 3–29 p.
111. Zachrisson BU, Brobakken BO. Clinical comparison of direct versus indirect bonding with different bracket types and adhesives. *Am J Orthod.* 1978;74(1):62–78.
112. Klocke A, Kahl-Nieke B. Effect of debonding force direction on orthodontic shear bond strength. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2006;129(2):261–5.
113. Rode KM, Kawano Y, Turbino ML. Evaluation of Curing Light Distance on Resin Composite Microhardness and Polymerization. *Oper Dent.* 2007;32(6):571–8.
114. Trimpeneers LM, Dermaut LR. A clinical evaluation of the effectiveness of a fluoride-releasing visible light-activated bonding system to reduce demineralization around orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;110(2):218–22.
115. Bishara SE, Olsen M, Von Wald L. Comparisons of shear bond strength of precoated and uncoated brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1997;112(6):617–21.
116. Rai P, Maurya R, Tripathi T. New generation of color bonding: A comparative in vitro study. *Indian J Dent Res.* 2011;22(5):733.
117. Brantley, W.A., Eliades T. *Orthodontic Materials.* Stuttgart: Thieme; 2001. 123–143 p.
118. Millett DT, Cummings A, Letters S, Roger E, Love J. Resin-modified glass ionomer, modified composite or conventional glass ionomer for band cementation?--an in vitro evaluation. *Eur J Orthod.* 2003;25(6):609–14.
119. Fricker JP. A new self-curing resin-modified glass-ionomer cement for the direct bonding of orthodontic brackets in vivo. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1998;113(4):384–6.
120. Wilson AD, Paddon JM, Crisp S. The Hydration of Dental Cements. *J Dent Res.* 1979;58(3):1065–71.
121. Gaworski M, Weinstein M, Borislow AJ, Braitman LE. Decalcification and bond failure: A comparison of a glass ionomer and a composite resin bonding system in vivo. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;116(5):518–21.
122. Althoff O, Hartung M. Advances in light curing. *Am J Dent.* 2000;13(5):77–81.
123. Mirabella D, Spena R, Scognamiglio G, Luca L, Gracco A, Siciliani G. LED vs halogen

- light-curing of adhesive-precoated brackets. *Angle Orthod.* 2008;78(5):935–40.
124. Üşümez S, Büyükyılmaz T, Karaman AI. Effects of fast halogen and plasma arc curing lights on the surface hardness of orthodontic adhesives for lingual retainers. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2003;123(6):641–8.
 125. Talbot TQ, Blankenau RJ, Zobitz ME, Weaver AL, Lohse CM, Rebellato J. Effect of argon laser irradiation on shear bond strength of orthodontic brackets: an in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;118(3):274–9.
 126. Keim RG, Gottlieb EL, Nelson AH, Vogels DS 3rd. 2002 JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures. Part 3. More breakdowns of selected variables. *J Clin Orthod.* 2002 Dec;36(12):690–9.
 127. Cacciafesta V, Sfondrini MF, Gatti S, Klersy C. Effect of water and saliva contamination on the shear bond strength of a new light-cured cyanoacrylate adhesive. *Prog Orthod.* 2007;8(1):100–11.
 128. Klocke A, Korbmacher HM, Huck LG, Ghosh J, Kahl-Nieke B. Plasma arc curing of ceramic brackets: An evaluation of shear bond strength and debonding characteristics. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2003;124(3):309–15.
 129. Cacciafesta V, Sfondrini MF, Scribante A. Plasma arc versus halogen light-curing of adhesive-precoated orthodontic brackets: A 12-month clinical study of bond failures. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2004;126(2):194–9.
 130. Oesterle LJ, Newman SM, Shellhart WC. Rapid curing of bonding composite with a xenon plasma arc light. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2001;119(6):610–6.
 131. Mavropoulos A, Staudt CB, Kiliaridis S, Krejci I. Light curing time reduction: In vitro evaluation of new intensive light-emitting diode curing units. *Eur J Orthod.* 2005;27(4):408–12.
 132. Üşümez S, Büyükyılmaz T, Karaman AI. Effect of light-emitting diode on bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2004;74(2):259–63.
 133. Reynolds IR. A Review of Direct Orthodontic Bonding. *Br J Orthod.* 1975;2(3):171–8.
 134. Bishara SE, Fehr DE. Ceramic brackets: something old, something new, a review. *Semin Orthod.* 1997;3(3):178–88.
 135. Bednar JR, Gruendeman GW, Sandrik JL. A comparative study of frictional forces between orthodontic brackets and arch wires. *Am J Orthod Dentofac Orthop.*

1991;100(6):513–22.

136. Cacciafesta V, Sfondrini MF, Scribante A, Klersy C, Auricchio F. Evaluation of friction of conventional and metal-insert ceramic brackets in various bracket-archwire combinations. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2003;124(4):403–9.
137. Bishara SE, Olsen ME, Von Wald L. Evaluation of debonding characteristics of a new collapsible ceramic bracket. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;112(5):552–9.
138. Matasa CG. Metal strength of direct bonding brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;113(3):282–6.
139. Maijer R, Smith DC. Corrosion of orthodontic bracket bases. *Am J Orthod.* 1982;81(1):43–8.
140. Hixson ME, Brantley WA, Pincsak JJ, Conover JP. Changes in bracket slot tolerance following recycling of direct-bond metallic orthodontic appliances. *Am J Orthod.* 1982;81(6):447–54.
141. von Fraunhofer JA. Corrosion of orthodontic devices. *Semin Orthod.* 1997;3(3):198–205.
142. Al Shamsi AH, Cunningham JL, Lamey PJ, Lynch E. Three-dimensional measurement of residual adhesive and enamel loss on teeth after debonding of orthodontic brackets: an in-vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Mar;131(3):301.e9-15.
143. Zarrinnia K, Eid NM, Kehoe MJ. The effect of different debonding techniques on the enamel surface: An in vitro qualitative study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1995;108(3):284–93.
144. Katona TR. A comparison of the stresses developed in tension, shear peel, and torsion strength testing of direct bonded orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;112(3):244–51.
145. Katona TR. Stresses developed during clinical debonding of stainless steel orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 1997;67(1):39–46.
146. Zinelis S, Eliades T, Eliades G, Makou M, Silikas N. Comparative assessment of the roughness, hardness, and wear resistance of aesthetic bracket materials. *Dent Mater.* 2005;21(9):890–4.
147. Brosh T, Kaufman A, Balabanovsky A, Vardimon AD. In vivo debonding strength and enamel damage in two orthodontic debonding methods. *J Biomech.* 2005;38(5):1107–13.
148. Retief DH, Denys FR. Finishing of enamel surfaces after debonding of orthodontic

- attachments. *Angle Orthod.* 1979;49(1):1–10.
149. Oliver RG, Griffiths J. Different Techniques of Residual Composite Removal Following Debonding—Time Taken and Surface Enamel Appearance. *Br J Orthod.* 1992;19(2):131–7.
 150. Ireland AJ, Hosein I, Sherriff M. Enamel loss at bond-up, debond and clean-up following the use of a conventional light-cured composite and a resin-modified glass polyalkenoate cement. *Eur J Orthod.* 2005;27(4):413–9.
 151. 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.
 152. Da Silva Fidalgo TK, Pithon MM, Do Santos RL, De Alencar NA, Abrahão AC, Maia LC. Influence of topical fluoride application on mechanical properties of orthodontic bonding materials under pH cycling. *Angle Orthod.* 2012;82(6):1071–7.
 153. Mizrahi E. Enamel demineralization following orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 1982;82(1):62–7.
 154. Prabakaran R, Seymour S, Moles DR, Cunningham SJ. Motivation for orthodontic treatment investigated with Q-methodology: Patients’ and parents’ perspectives. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2012;142(2):213–20.
 155. Zachrisson BU, Zachrisson S. Caries incidence and oral hygiene during orthodontic treatment. *Scand J Dent Res.* 1971;79(6):394–401.
 156. Banks PA, Richmond S. Enamel sealants: A clinical evaluation of their value during fixed appliance therapy. *Eur J Orthod.* 1994;16(1):19–25.
 157. Armstrong D, Shen G, Petocz P, Darendeliler A. Excess adhesive flash upon bracket placement: A typodont study comparing APC PLUS and transbond XT. *Angle Orthod.* 2007;77(6):1101–8.
 158. Reynolds EC. Anticariogenic complexes of amorphous calcium phosphate stabilized by casein phosphopeptides: A review. *Spec Care Dent.* 1998;18(1):8–16.
 159. Buschang PH, Chastain D, Keylor CL, Crosby D, Julien KC. Incidence of white spot lesions among patients treated with clear aligners and traditional braces. *Angle Orthod.* 2019;89(3):359–64.
 160. Albhaisi Z, Al-Khateeb SN, Abu Alhaija ES. Enamel demineralization during clear aligner orthodontic treatment compared with fixed appliance therapy, evaluated with

- quantitative light-induced fluorescence: A randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2020;157(5):594–601.
161. Dalessandri D, Dalessandri M, Bonetti S, Visconti L, Paganelli C. Effectiveness of an indirect bonding technique in reducing plaque accumulation around braces. *Angle Orthod*. 2012;82(2):313–8.
 162. Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: A review. *Dent Mater*. 1995;11(2):117–25.
 163. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*. 2003;28(3):215–35.
 164. Ten Cate JM, Duijsters PPE. Alternating demineralization and remineralization of artificial enamel lesions. *Caries Res*. 1982;16(3):201–10.
 165. Huang S, Gao S, Cheng L, Yu H. Combined effects of nano-hydroxyapatite and *Galla chinensis* on remineralisation of initial enamel lesion in vitro. *J Dent*. 2010;38(10):811–9.
 166. Nakashima S, Yoshie M, Sano H, Bahar A. Effect of a test dentifrice containing nano-sized calcium carbonate on remineralization of enamel lesions in vitro. *J Oral Sci*. 2009;51(1):69–77.
 167. Edmunds DH, Whittaker DK, Green RM. Suitability of human, bovine, equine, and ovine tooth enamel for studies of artificial bacterial carious lesions. *Caries Res*. 1988;22(6):327–36.
 168. ten Cate JM, Mundorff-Shrestha SA. Working Group Report 1: Laboratory models for caries (in vitro and animal models). *Adv Dent Res*. 1995;9(3):332–4.
 169. Schemehorn BR, Orban JC, Wood GD, Fischer GM, Winston AE. Remineralization by Fluoride Enhanced with Calcium and Phosphate Ingredients. *J Clin Dent*. 1999;10(1):13–6.
 170. White DJ. The application of in vitro models to research on demineralization and remineralization of the teeth. *Adv Dent Res*. 1995;9(3):175–93.
 171. Tang G, Yip HK, Cutress TW, Samaranayake LP. Artificial mouth model systems and their contribution to caries research: A review. *J Dent*. 2003;31(3):161–71.
 172. Thaveesangpanich P, Itthagarun A, King NM, Wefel JS. The effects of child formula

- toothpastes on enamel caries using two in vitro pH-cycling models. *Int Dent J*. 2005;55(4):217–23.
173. Theuns HM, Van Dijk JWE, Driessens FCM, Groeneveld A. The surface layer during artificial carious lesion formation. *Caries Res*. 1984;18(2):97–102.
 174. Bishara SE, Ajlouni R, Laffoon JF, Warren JJ. Comparison of shear bond strength of two self-etch primer/adhesive systems. *Angle Orthod*. 2006 Jan;76(1):123–6.
 175. Vicente A, Bravo LA, Romero M, Ortiz AJ, Canteras M. A comparison of the shear bond strength of a resin cement and two orthodontic resin adhesive systems. *Angle Orthod*. 2005;75(1):109–13.
 176. Signorelli MD, Kao E, Ngan PW, Gladwin MA. Comparison of bond strength between orthodontic brackets bonded with halogen and plasma arc curing lights: An in-vitro and in-vivo study. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2006;129(2):227–82.
 177. Vicente A, Bravo LA, Romero M. Influence of a nonrinse conditioner on the bond strength of brackets bonded with a resin adhesive system. *Angle Orthod*. 2005;75(3):400–5.
 178. Cacciafesta V, Sfondrini MF, Klersy C, Sfondrini G. Polymerization with a micro-xenon light of a resin-modified glass ionomer: A shear bond strength study 15 minutes after bonding. *Eur J Orthod*. 2002;24(6):689–97.
 179. 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.
 180. Möhlhenrich SC, Alexandridis C, Peters F, Kniha K, Modabber A, Danesh G, et al. Three-dimensional evaluation of bracket placement accuracy and excess bonding adhesive depending on indirect bonding technique and bracket geometry: An in-vitro study. *Head Face Med*. 2020;16(1):1–10.
 181. Foersch M, Schuster C, Rahimi RK, Wehrbein H, Jacobs C. A new flash-free orthodontic adhesive system: A first clinical and stereomicroscopic study. *Angle Orthod*. 2016;86(2):260–4.
 182. de Santana e Alencar EQ, Nobrega M de LM, Dametto FR, dos Santos PBD, Pinheiro FH de SL. Comparison of two methods of visual magnification for removal of adhesive

- flash during bracket placement using two types of orthodontic bonding agents. *Dental Press J Orthod*. 2016;21(6):43–50.
183. Hattab FN, Wei SHY. Chemical changes and surface morphology of acid-etching of human enamel treated with topical fluoride agents in vitro. *Caries Res*. 1987;21(6):482–493.
184. Ingram GS, Fejerskov O. A scanning electron microscope study of artificial caries lesion formation. *Caries Res*. 1986;20(1):32–9.
185. Möller H, Schröder U. Early Natural Subsurface Caries. *Caries Res*. 1986;20(2):97–102.
186. Cochran JA, Ketley CE, Árnadóttir IB, Fernandes B, Koletsi-Kounari H, Oila AM, et al. A comparison of the prevalence of fluorosis in 8-year-old children from seven European study sites using a standardized methodology. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2004;32(1):28–33.
187. Sabieha AM, Rock WP. A comparison of clinical and photographic scoring using the TF and modified DDE indices. *Community Dent Health*. 1998;15(2):82–7.
188. Mattick CR, Mitchell L, Chadwick SM, Wright J. Fluoride-releasing elastomeric modules reduce decalcification: A randomized controlled trial. *J Orthod*. 2001;28(3):217–9.
189. Millett DT, Nunn JH, Welbury RR, Gordon PH. Decalcification in relation to brackets bonded with glass ionomer cement or a resin adhesive. *Angle Orthod*. 1999;69(1):65–70.