

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI



**ORTODONTİK BRAKETLERİN YAPIŞTIRILMASINDA
KULLANILAN FARKLI ADEZİV SİSTEMLERİN MİNE
DOKUSU ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN IN VITRO OLARAK
İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. Aslı Güzey

Ankara, 2009

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI



**ORTODONTİK BRAKETLERİN YAPIŞTIRILMASINDA
KULLANILAN FARKLI ADEZİV SİSTEMLERİN MİNE
DOKUSU ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN IN VITRO OLARAK
İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. Aslı Güzey

Danışman: Doç. Dr. Ayça Arman Özçırpıcı

2. Danışman: Doç. Dr. Neslihan Arhun

Ankara, 2009

T.C
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ortodonti Dahında Doktora Programı çerçevesinde yürütölmüş olan bu çalışma, aşğıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi:18/09/2009

“Ortodontik Braketlerin Yapıştırılmasında Kullanılan Farklı Adeziv Sistemlerin Mine Dokusu Üzerindeki Etkilerinin İnvitro Olarak İncelenmesi ”

TEZ DANIŞMANI: DOÇ.DR. AYÇA ARMAN ÖZÇİRPİCİ
DOÇ.DR. NESLİHAN ARHUN

TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ

Prof.Dr. Ufuk Toygar Memikoğlu

Prof.Dr. Zafer Çehreli

Doç.Dr. Ayça Arman Özçirpici

Doç.Dr. Neslihan Arhun

Doç.Dr. Ömür Polat Özsoy

ONAY:Bu tez Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görölmüş ve Yönetim Kurulu'nun 25 /09/2009 tarih, SABE/2009/88 sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Rengin Erdal
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

İTHAF

Canım anneannem ve sevgili aileme...

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimimin her aşamasında ilgi ve desteğini gördüğüm, danışmanım sayın hocam Doç.Dr. Ayça Arman Özçırpıcı'ya, gösterdiği destek, emek ve sabır için sayın Doç.Dr. Neslihan Arhun'a, tez çalışmamın gerçekleştirilmesinde başından sonuna çok önemli bir yeri olan sayın Prof.Dr. Zafer Çehreli'ye ve her konuda yardımlarını esirgemeyen sayın Doç.Dr. Sevi Burçak Çehreli'ye,

Bu tez çalışmasında kullanılan materyallerin sağlanmasında yardımları için MEDİFARM DIŞ TİC. ve PAZ. LTD. ŞTİ. adına sayın Alin Kuyumcu'ya ve KURARAY CO., LTD. adına sayın Deniz Cevher'e,

Elementel analiz için EDS cihazının kullanılmasında yardımları için Araş. Gör. H. Evren Çubukçu'ya,

Dört yıl boyunca çalışma hayatımı paylaştığım bölümümüzün kıymetli öğretim görevlilerine, yoğun iş yaşamına rağmen görevlerini başarı ile sürdüren teknisyen ve sekreter arkadaşlarıma,

Arkadaşlıklarını her zaman hissettiren asistan arkadaşlarıma, dostluğu ve sevgisi ile doktora hayatımı destekleyen Özgür Tanca' ya,

Her zaman olduğu gibi doktora hayatımda da beni her konuda karşılıksız destekleyip, yanımda bulunan canım aileme teşekkürlerimi borç bilirim.

Bu çalışma D-DA08/07 proje numarası ile Başkent Üniversitesi Araştırma Kurulu tarafından desteklenmiştir.

ÖZET

Bu in vitro çalışmanın amacı; 4 adeziv sistemin ve yüzeye uygulanma şekillerinin, braket altı ve etrafındaki mine yüzeyindeki kalsiyum miktarı ve mikrosızıntı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesidir.

Bu çalışma 2 ana bölümden oluşmuştur. İlk bölüm, 90 adet çekilmiş insan küçük azının kantitatif kalsiyum kaybı değerlendirmesini içermektedir. Bu dişler yapıştırılacak braketin çevresindeki mine yüzeyinin adeziv sistemlerden korunması ve korunmamasına göre rastgele 2 gruba ayrılmış ve bu iki grup da 4'er alt gruba (n=10) ayrılmıştır. Bu gruplarda uygulanan adeziv sistemler sırasıyla; (1) Clearfil Protect Bond (Kuraray Dental, Osaka, Japan) + Transbond XT Light-Cure Adeziv (3M/Unitek, Monrovia, Calif), (2) GC ORTHO Conditioner + Fuji Ortho LC Kapsül (GC Corporation, Tokyo, Japan), (3) Transbond Plus Self-Etching Primer (3M/Unitek) + Transbond XT Light-Cure Adeziv, (4) %37 fosforik asit (3M/ESPE, St Paul, Minn) + Transbond XT Primer (3M/Unitek) + Transbond XT Light-Cure Adeziv (3M/Unitek) dir. Bunların dışında mine yüzeyine herhangi bir işlemin uygulanmadığı dişlerden kontrol grubu (n=10) oluşturulmuştur. İkinci bölümde ise, 40 adet çekilmiş insan küçük azı yüzey hazırlığına göre rastgele 2 gruba ve sonra yukarıda belirtilen adeziv sistemlerin kullanıldığı 4 alt guruba (n=5) ayrılmıştır. Kontrol grubu hariç tüm örnekler termal siklusun ardından pH-siklusu uygulanmıştır. Tüm dişlerden iki kesit alınmıştır. Elementel analiz, örneklerden rastgele seçilen bir kesitte x-ışını dağılım spektroskopisi (EDS) ile yapılmıştır. Mikrosızıntı değerlendirmesi için boya penetrasyonu yöntemi kullanılmış, ışık mikroskobu altında her kesitten fotoğraf alınmıştır. Mikrosızıntı bilgisayara aktarılan bu görüntülerde imaj analiz programı kullanılarak kantitatif olarak değerlendirilmiştir.

Yüzey hazırlama şekilleri arasındaki fark Student's t ve Mann Whitney U testi ile, adeziv sistemler arasındaki fark Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) ve Kruskal Wallis testi sonrası post hoc Tukey veya parametrik olmayan çoklu karşılaştırma testleri ile, grup içi karşılaştırmalar ise Friedman testi sonrası Wilcoxon İşaret testi ile istatistiksel olarak incelenmiştir.

Kontrol ve diğer gruplar arasında kalsiyum miktarı açısından fark bulunmamıştır. Adeziv sistemler arasındaki fark sadece Grup B (yüzeyi korunmayan)'de braket altındaki mine yüzeyinde gözlenmiştir. Bu bölgede self-etch adeziv sistemin kullanıldığı gruplarda (Clearfil Protect Bond ve Transbond Plus Self-Etching Primer), diğer gruplara göre daha fazla kalsiyum miktarı bulunmuştur. İncelenen tüm mine bölgeleri arasında en fazla kalsiyum kaybı braketin altındaki minede meydana gelmiştir. En az mikrosızıntı miktarı braketin altında, en fazla ise servikal bölgedeki mine yüzeyinde gözlenmiştir. Yapılan bu in vitro çalışmada, braketlerin altındaki mine yüzeyinde demineralizasyon meydana gelmiş ve demineralizasyonun önlenmesinde mine yüzeyinin korunmasının yararı olmamıştır. Clearfil Protect Bond yüzey korunmadan uygulandığında kalsiyum kaybının azaltılmasında avantaj sağlamıştır. Sabit ortodontik tedavi ile mine yüzeyinde oluşabilecek kalsiyum kaybını ve braket altında meydana gelebilecek mikrosızıntıyı en aza indirmek için bu çalışmada uygulanan adeziv sistemler klinisyen tarafından tercih edilebilir.

Anahtar Sözcükler: Beyaz nokta lezyonu, demineralizasyon, mikrosızıntı, x-ışını dağılım spektroskopisi (EDS), imaj analiz programı

ABSTRACT

The aim of this in vitro study was to evaluate the effects of 4 adhesive systems and surface preparation methods on demineralization and microleakage that may occur on the enamel surface around and beneath the bracket.

This study has 2 main parts. First part consists of quantitative assessment of calcium loss conducted on ninety extracted human premolars. The teeth were randomly divided into 2 groups according to the surface preparation method and then were randomly allocated to 4 sub-groups. The adhesive systems applied in these groups are as follows: (1) Clearfil Protect Bond (Kuraray Dental, Osaka, Japan) + Transbond XT Light-Cure Adhesive (3M/Unitek, Monrovia, Calif), (2) GC ORTHO Conditioner + Fuji ORTHO LC Capsule (both, GC Corporation, Tokyo, Japan), (3) Transbond Plus Self-Etching Primer (3M/Unitek) + Transbond XT Light-Cure Adhesive, (4) 37% phosphoric acid (3M/ESPE, St Paul, Minn) + Transbond XT Primer (3M/Unitek) + Transbond XT Light-Cure Adhesive (3M/Unitek). Besides, a control group of teeth with enamel untreated enamel surface was formed. In the second part, 40 extracted human premolars were used for microleakage evaluation. The teeth were randomly divided into 2 groups according to the surface preparation and then these two groups were divided into 4 groups in which the adhesive systems mentioned above were used. Thermal and pH-cycles were applied to all specimens except for the control group. Two sections were taken from all teeth. A randomly selected cross-section from each tooth was analyzed with energy dispersive x-ray spectroscopy (EDS) for elemental evaluation. Each section was photographed under a stereomicroscope and dye penetration method was used for assessment of microleakage. Images were transferred to a computer and microleakage was evaluated quantitatively via image analysis program.

The difference between surface preparation methods was statistically evaluated by Mann Whitney U test. The difference between adhesive systems was evaluated by One-Way ANOVA or Kruskal Wallis and then post hoc Tukey

or non-parametric multiple comparison tests. The comparisons within groups was done with Friedman and then Wilcoxon Sign Rank tests .

None of the adhesive groups demonstrated any significant difference when compared with the control group regarding the amount of calcium on the enamel surface under the bracket. Difference in amount of calcium between the adhesive systems was observed only in Group B (unprotected surface), on the enamel surface under the bracket. The self-etch adhesive system (Clearfil Protect Bond and Transbond Plus Self-Etching Primer) showed higher amounts of calcium under the bracket . Among all the evaluated enamel regions, the highest calcium loss occurred on the enamel surface under the brackets. The least amount of microleakage was found beneath the bracket while the cervical region showed highest amounts of microleakage. Demineralization occurred on the enamel surface beneath the brackets and surface protection did not have any benefit in prevention of calcium loss. Clearfil Protect Bond when applied without any surface protection reduced the loss of calcium. Adhesive systems evaluated in this study, may be preferred by clinicians to minimize calcium loss of the enamel surface and microleakage beneath the bracket that is formed with fixed orthodontic treatment.

Key Words: White spot lesion, demineralization, microleakage, energy dispersive x-ray spectroscopy (EDS), image analysis program

İÇİNDEKİLER

İthaf	iii
Teşekkür	iv
Özet	v
İngilizce Özet	vii
İçindekiler Dizini	ix
Şekil ve Tablolar Dizini	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Beyaz Nokta Lezyonu	3
2.1.1. Beyaz Nokta Lezyonunun Tanımı	3
2.1.2. Ortodontik Tedavi ile Meydana Gelen Beyaz Nokta Lezyonunun Oluşum Nedeni	5
2.1.3. Beyaz Nokta Lezyonunun Görülme Sıklığı ve Yerleşimi	6
2.1.4. Beyaz Nokta Lezyonlarının Teşhisi	7
2.1.5. Beyaz Nokta Lezyonu Oluşumunun Önlenmesi	11
2.1.5.1. Günlük Florür Uygulamaları	11
2.1.5.2. Rezin Örtücüler	12
2.1.5.3. Vernikler	12

2.1.5.4. Florür İçeren Elastik Ligatürler	13
2.1.5.5. Antibakteriyel Uygulamalar	13
2.1.6. Beyaz Nokta Lezyonlarının Tedavisi	15
2.2. Adeziv Sistemler	18
2.2.1. Etch-Rinse Adeziv Sistemler	19
2.2.2. Self-Etch Adeziv Sistemler	20
2.2.3. Cam İyonomer Adeziv Sistemler	21
2.2.3.1. Rezin ile Güçlendirilmiş Cam İyonomer Adezivler (RGClA)	22
2.3. Adeziv Sistemler ile Kullanılan Antibakteriyel Uygulamalar	23
2.4. Yapay Çürük Oluşumu	24
2.5. Mikrosızıntı	25
3. MATERYAL VE METOT	26
3.1. Kantitatif Kalsiyum Kaybı Değerlendirmesi	32
3.1.1. Braket Çevresindeki Mine Yüzeyinin Adeziv Sistemlerden Korunduğu Grup (Grup A)	32
3.1.2. Braket Çevresindeki Mine Yüzeyinin Adeziv Sistemlerden Korunmadığı Grup (Grup B)	38
3.2. Kantitatif Mikrosızıntı Değerlendirmesi	43
3.3. İstatistiksel Değerlendirme	47
4. BULGULAR	48
4.1. Kantitatif Kalsiyum Kaybı Değerlendirilmesi Bulguları	48

4.1.1. Yüzey Hazırlama Şekilleri ve Adeziv Sistemlere Göre Bölgeler ve Kontrolleri Arasında Kalsiyum Miktarındaki Farklılıkların İncelenmesi	48
4.1.2. Yüzey Hazırlama Şekilleri ve Bölgelere Göre Adeziv Sistemler Arasında Kalsiyum Miktarındaki Farklılıkların İncelenmesi	48
4.1.3. Yüzey Hazırlama Şekilleri ve Adeziv Sistemlere Göre Bölgeler Arasında Kalsiyum Miktarındaki Farklılıkların İncelenmesi	48
4.1.4. Bölgeler ve Adeziv Sistemlere Göre Yüzey Hazırlama Şekilleri Arasında Kalsiyum Miktarındaki Farklılıkların İncelenmesi	51
4.2. Kantitatif Mikrosızıntı Değerlendirmesi Bulguları	57
4.2.1. Yüzey Hazırlığı Şekli ve Bölgelere Göre Adeziv Sistemler Arasında Mikrosızıntı Miktarındaki Farklılıklarının İncelenmesi	57
4.2.2. Yüzey Hazırlığı Şekli ve Adeziv Sistemlere Göre Bölgeler Arasında Mikrosızıntı Miktarındaki Farklılıkların İncelenmesi	59
4.2.3. Bölgeler ve Adeziv Sistemlere Göre Yüzey Hazırlama Şekilleri Arasında Mikrosızıntı Miktarındaki Farklılıklarının İncelenmesi	59
5. TARTIŞMA	65
6. SONUÇ	81
7. KAYNAKLAR	82

ŞEKİL ve TABLOLAR DİZİNİ

Şekil 3.1. Yüzeyin korunduğu grubun (Grup A) braketlemeye hazırlanması ve braketlenmesi	34
Şekil 3.2. Çalışmada uygulanan adeziv sistemleri	37
Şekil 3.3. Yüzeyin korunmadığı grubun (Grup B) braketlenmeye hazırlanması ve braketlenmesi	38
Şekil 3.4. Örneklerin sıcaklık değişimine uğratıldığı termal siklus cihazı	39
Şekil 3.5. Cam kaplar içerisinde örneklere pH-siklusunun uygulanması	40
Şekil 3.6. Örneklerden kesit alınmasında kullanılan hassas kesme cihazı	41
Şekil 3.7. Örneklerin nemli ortamda bekletildiği kapalı kutular	41
Şekil 3.8. Kantitatif kalsiyum ölçümü yapan SEM ile beraber çalışan EDS	42
Şekil 3.9. Adeziv sistemlerin uygulandığı gruplarda bölgelerin numaralandırılması	44
Şekil 3.10. Mikrosızıntı değerlendirmesi için kullanılan ışık mikroskobu	46
Şekil 3.11. Mikrosızıntı değerlendirmesi için alınan kesitlerden birinin görüntüsü	46
Şekil 4.1. Kantitatif kalsiyum değerlendirmesinde oluşturulan grupların kalsiyum miktarlarının ortanca değerlerinin verildiği grafik	54
Şekil 4.2. Yüzeyin korunduğu Transbond Plus SEP grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü ve aynı örneğin enerji dağılım spektrumu	55
Şekil 4.3. İncelenen örneklerden bazılarının SEM görüntüleri ve elementel bileşim haritalaması	56

Şekil 4.4. Kantitatif mikrosızıntı değerlendirmesinde oluşturulan grupların kalsiyum miktarlarının ortanca değerlerinin verildiği grafik	62
Tablo 4.1. Yüzey hazırlığı şekli ve adeziv sistemlere göre bölgeler ve kontrolleri arasında kalsiyum miktarındaki farklılıkların istatistiksel olarak incelenmesi	49
Tablo 4.2. Yüzey hazırlığı şekli ve bölgelere göre adeziv sistemler arasında kalsiyum miktarındaki farklılıkların istatistiksel olarak incelenmesi	50
Tablo 4.3. Yüzey hazırlığı şekli ve adeziv sistemlere göre bölgeler arasında kalsiyum miktarındaki farklılıkların istatistiksel olarak incelenmesi	52
Tablo 4.4. Bölgeler ve adeziv sistemlere göre yüzey hazırlama şekilleri arasında kalsiyum miktarındaki farklılıkların istatistiksel olarak incelenmesi	53
Tablo 4.5. Yüzey hazırlığı şekli ve bölgelere göre adeziv sistemler arasında mikrosızıntı miktarındaki farklılıklarının istatistiksel olarak incelenmesi	58
Tablo 4.6. Yüzey hazırlığı şekli ve adeziv sistemlere göre bölgeler arasında mikrosızıntı miktarındaki farklılıkların incelenmesi	60
Tablo 4.7. Bölgeler ve adeziv sistemlere göre yüzey hazırlama şekilleri arasında mikrosızıntı miktarındaki farklılıklarının istatistiksel olarak incelenmesi	61

1.GİRİŞ

Buonocore¹ 1955 yılında, %85 fosforik asit (H_3PO_4) ile minenin 30 sn pürüzlendirilmesinin ardından akrilik rezinlerin mine yüzeyine yeterli oranda tutuculuğunun sağlanabildiğini bildiren ilk kişi olmuştur. Epoksi rezinlerin 1965 yılında keşfiyle ilk kez Newman² ortodontik materyalleri direkt bonding ile uygulamış ve Zachrisson³ 1977 yılında, direkt bondingin uygulandığı geniş bir grupta tedavi sonuçlarını yayınlayan ilk kişi olmuştur. Geçmişte uygulanan bantlama tekniğine göre, bugün uygulanan direkt bonding tekniğinin birçok avantajı mevcuttur. Bunlar; estetiğin artırılması, tedaviden sonra bantların kalınlıklarından kaynaklanan diastemaların görülmemesi ve klinikte harcanan zamanın azaltılmasıdır.⁴⁻⁶ Diğer yandan direkt bonding tekniğinin asitle pürüzlendirmeye bağlı mine kayıplarının oluşması, ağız hijyeni kötü hastalarda braketler etrafında oluşan demineralizasyon ve braketlerin sökülmesi sırasında minenin florürden zengin tabakasında kayıplar oluşması gibi dezavantajları da bulunmaktadır.^{4,7}

Sabit ortodontik tedavi gören hastalarda demineralizasyonun ilk klinik bulgusu mine üzerinde beyaz nokta lezyonunun (BNL) gelişimidir.^{8,9} Bu lezyonlar bir ortodontik tedavi seansından diğerine kadar geçen 4 hafta gibi kısa bir sürede meydana gelebilir.⁸ Bazı vakalarda tedaviyi sonlandıracak kadar geniş ve derin çaplı lezyonlar oluşabilmektedir.¹⁰

Literatürde demineralizasyonu engellemek için çeşitli koruyucu yaklaşımlardan bahsedilmiştir. Bunlar; diş macunları,¹¹ vernikler ile yüzey örtücüler,^{12,13} topikal florür uygulamaları,¹⁴ florür salan elastik ligatürler¹⁵ ya da florür salan adeziv sistemler,¹⁶ ortodontik adezivlere katılan antibakteriyel ajanlardır.^{6,17} Ortodontik tedavinin başarısı açısından tüm bu uygulamalar içinde hasta kooperasyonuna bağlı bulunmayan yöntemlerin demineralizasyonu önlemede daha başarılı olduğu bildirilmiştir.¹⁸ Buna rağmen, demineralizasyonun önlenmesinde ortodontistlerin yararlanacağı ana hatlar yeterince belirgin değildir.¹⁹

Estetik ve sağlıklı bir gülümseme için sabit ortodontik tedavi ile oluşabilecek beyaz nokta lezyonlarının önlenmeleri, teşhisleri ve tedavileri önemlidir.²⁰ Demineralizasyonun değeriendirilmesinde birçok yöntem kullanılmıştır. Ancak, yapılan değeriendirmelerde gerçekiçi sonuçların alınabilmesi için değeriendirme yöntemlerinin kantitatif olması gereklidir.²¹

Restoratif diş hekimliğinde sızıntı, diş-restorasyon ara yüzeyine bakteri ve sıvıların geçebilmesi olarak tanımlanır. Gladwin and Bagby²² mikrosızıntının tekrarlanan çürüklere ve postoperatif hassasiyete sebep olduğunu bildirmişlerdir. Braket altındaki mikrosızıntının önemi son yıllarda çok az çalışma ile değeriendirilmiştir. Braket etrafında meydana gelen demineralizasyonun önlenmesi ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmasına rağmen, braket altında demineralizasyona neden olabilecek mikrosızıntı ve bunun demineralizasyona etkisi ile ilgili çalışma bulunmamaktadır.

Bu in vitro çalışmanın amacı; son zamanlarda ortodonti literatüründe sıklıkla bahsedilen florür salan veya/ve antibakteriyel özellikli adeziv sistemlerinin sabit ortodontik tedavide kullanımları ile beraber yüzeye uygulanma şekillerinin demineralizasyon ve mikrosızıntı üzerindeki etkilerinin kantitatif şekilde incelenmesidir. Bu nedenle braket çevresi ve altındaki kalsiyum kaybı literatürde bu amaçla ilk kez kullanılan enerji dağıtıcı x-ışını spektroskopisi (EDS) cihazı ile değeriendirilirken, aynı bölgeleri kapsayan mikrosızıntı miktarı imaj analizi ile değeriendirilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Beyaz Nokta Lezyonu

2.1.1. Beyaz Nokta Lezyonunun Tanımı

Minenin kimyasal içeriğini ağırlıkça %96-97'sini inorganik yapı, %1'inden daha azını organik yapı ve geri kalanını ise su oluşturur. Öte yandan, hacimce %86'sını inorganik yapı, %2'sini organik yapı ve % 12'sini su oluşturmaktadır.²³ İnorganik yapıyı oluşturan hidroksiapatit kristalleri biraraya gelerek minenin ana yapısını oluşturan mine prizmalarını meydana getirirler. Organik yapı ve su ise mine prizmalarını oluşturan hidroksiapatit kristalleri arasında dağılmış olarak bulunur. İnorganik yapı kalsiyumfosfat kristalleri içerir. Bu kristaller hemen hemen saf hidroksiapatit yapısındadır ancak karbonat, sodyum, magnezyum, klor, potasyum, çinko, silisyum, stronsiyum ve florür gibi elementler bu saflığı kısmen de olsa seyreltmektedir.²⁴

Diş çürüğü, diş yüzeyinde lokalize olan karyojenik mikroorganizmaların, mikrobiyal aktiviteleri sonucu karbonhidratları fermente ederek ürettikleri asit nedeniyle diş ve çevre dokuları arasındaki demineralizasyon-remineralizasyon dengesinin, demineralizasyon lehine bozulması ile gelişen bir patolojik durumdur.²⁵ Çürük oluşumu çeşitli faktörler etkisinde oluşur. Bu faktörler; plak, tükürük, diş dokusu, mikroflora, diyet ve zamandır.²⁶

Yeni başlayan mine çürüğündeki ilk makroskobik değişiklik diş yüzeyinde küçük, opak, beyaz bir noktanın belirmesidir. Beyaz nokta “white spot” lezyonu adını alan bu mine defektinin üzerini örten mine yüzeyi parlak ve serttir. Yapılan mikroskobik incelemeler sonunda mine çürüğü birbirinden farklı dört bölgeye ayrılmıştır. Bu bölgeler, lezyonun içinden dışına doğru şu şekilde sıralanmaktadır.²⁷

1. Yarı saydam bölge: Sağlam mineye komşu bölgede yer alır. Lezyonun dentin dokusuna doğru ilerleyen kısmında yer alan ve sağlam mineden sapma gösteren ilk bölgedir. Bu bölgenin mine çürük lezyonu bulunan daimi dişlerin

%50'sinde, süt dişlerinin ise %25'inde bulunduğu bildirilmiştir. Bu bölgede yaklaşık %1'lik mineral kaybı söz konusudur.²⁷

2. Karanlık bölge: Yarı saydam bölgenin hemen üstünde yer alır. Daimi dişlerdeki mine lezyonlarında %85-90, süt dişlerinde ise %85 oranında gözlenir. Bu bölgenin genişliğinin atağın hızı, şiddeti ve minenin yapısal özelliklerine bağlı olduğu ve bu bölgenin gözlenmediği lezyonlarda atağın çok hızlı olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, bu bölgede birbirinden farklı boyutlarda boşlukların bulunması ve önceleri karanlık bölge içermeyen lezyonların remineralizasyon sonrasında bu bölgeyi göstermesi, karanlık bölgenin oluşumunda remineralizasyonun etkili olabileceğini düşündürmektedir.²⁷

3. Lezyon Gövdesi: Yüzey bölgesi ile koyu bölge arasında kalan bu bölge lezyonun en büyük kısmını oluşturur. En fazla madde kaybı bu bölgede gözlenmektedir.²⁷

4. Yüzey Bölge: Bu bölge, mine yüzeyinin hemen altında demineralize olmuş bir bölgenin üzerini örten karyojenik etkenin atağından nispeten etkilenmemiş yüzeysel bir tabakadır. Yüzeyaltında mine tabakasının çözünmesi ile açığa çıkan veya dental plaktaki doygun çözeltiden kaynaklanan kalsiyum ve fosfat iyonlarının minenin bu kısmına çökmesi ile bütünlüğü bozulmamış, mineralize bir tabaka şeklinde gözlenir.²⁷

Mine üzerindeki beyaz lezyonlar genellikle dişsel florozisler, hipopilaziler ya da beyaz nokta lezyonu (BNL) olarak sınıflandırılabilir.²⁰ Bishara ve Ostby²⁰ yayınladıkları derlemede Russell (1961)'ın çevresel etkenler ile oluşan florozis ve opaziteleri birbirinden ayırt edilebilmesi için geliştirdiği kriterlerden bahsetmişlerdir. Buna göre; florozisler, mine üzerinde çok net tanımlanamayan beyaz/sarımsı renkte olurlar ve dağılımları genelde ağız içerisinde simetriktir. Florüre bağlı olmayan opaziteler ise mineden belirgin şekilde ayrılırlar, genellikle dişlerin orta yüzeylerinde bulunur ve rastgele dağılırlar. Ortodontik tedavi gören hastalardaki BNL ise genellikle dişe tutuculuğu iyi olmayan bir bant altında, braket çevresinde ya da fırçanın daha zor yerleşebileceği alanlarda kolaylıkla seçilebilen lezyonlardır.²⁰ Lezyonun rengi komşu sağlam mineden

kolaylıkla ayırt edilebilir. Bu safhada sondla muayenede pürüzlülük hissedilmez, zira beyaz lekenin üzerindeki mine sert ve parlaktır. Bazen bu lezyon üzerine eksojen materyallerin absorpsiyonuyla kahverengi renk alabilir. Gerek beyaz gerekse kahverengi renkli lezyonlar ağızda uzun süre ilerlemeden kalabilirler. Beyaz renkli lezyonlar, gelişimsel hipokalsifikasyon lezyonlardan ayırdetmek gerekir. Başlangıç çürüğündeki beyaz renkli lezyonlar mine hidrate edildiğinde (ıslatıldığında) kısmen veya tamamen izlenemezken, hipokalsifiye lekeler ıslatıldığında veya kurutulduğunda gözle izlenebilir.²⁸ Buna ek olarak, remineralize minenin içerisinde kalsiyum, fosfat, florür ve minerallerin fazla olması nedeni ile meydana gelen beyazımsı görüntü de demineralize mineye benzer. Bu yüzden BNL teşhisi önemlidir.²⁹

2.1.2. Ortodontik Tedavi İle Meydana Gelen Beyaz Nokta Lezyonunun Oluşum Nedeni

Dental dokular ve çevresinde iyon dengesi sağlanana kadar sürekli bir iyon değişimi mevcuttur. Reminralizasyon, tükürüğün tamponlama etkisi ile yükselen pH sonucu kalsiyum ve fosfat serbest iyonlarının mine üzerinde yoğunlaşması olarak adlandırılır.³⁰ Remineralizasyon kişiden kişiye ve ağızdan ağıza olduğu gibi aynı ağızın farklı bölgelerinde de çeşitlilik gösterebilir.³¹ Temel olarak, yeterli reminralizasyon olmadığında artan demineralizasyon miktarı ile BNL'nin gelişimi meydana gelebilir.³²

Streptococcus mutans (S. Mutans) ve lactobacilli çürük gelişiminden sorumlu olan, fermente edilebilen karbonhidratlardan organik asit üreten asidojenik bakterilerdir.¹⁰ Sabit ortodontik apareylerin uygulanmasından sonra oral kavite içerisinde S. mutans ve Lactobacillus sayısında artış olur.³³ Buna rağmen, bakteri ve çürük arasındaki ilişki bu kadar basit değildir. Ağız ortamında florür varlığı, bakteriyel plak pH=4,5 seviyesine ulaşmadan önce reminralizasyonu artırır ve demineralizasyona doğal mine yapısından daha dirençli olan florüroapatit yapının mine üzerinde oluşmasına sebep olur.³² Öte yandan, hidroksiapatit ve florüroapatit yapıda pH=4,5'in altında çözümler meydana gelir ve ortamda ne kadar fazla florür bulunsa da demineralizasyon

engellenemez. Bu pH değerinde plakta gözlenen S. Mutans ve lactobacilli ile çürük oluşumu meydana gelir.³⁴

Malokluzyona sahip bireyler dişlerinin düzensizliklerinden dolayı bir çok retansiyon alanına sahiptirler. Bununla beraber, ortodontik ataçmanların yer aldığı bölgeler genel olarak çürüğe eğilimli alanlar olmasalar bile, bu ataçmanların yapıştırılmasıyla bu alanlarda ağız hijyenini sağlamak daha zor hale gelir.³⁵ Ağız hijyeni yüksek seviyede tutulmaya çalışılsa da loop, yardımcı arklar, zemberekler, sarmal yaylar ve bazı Sınıf 2 apareyleri oral hijyeni sağlamaya engel oluştururlar. Buna ek olarak, adeziv malzemelerin ataçmanlar etrafındaki fazlalıkları bakteri sayısının artmasına elverişli cepler oluşturur.¹⁰

Gorelick ve ark.³⁶ yaptıkları çalışmada BNL oluşumunu etkileyen faktörlerin; dişlerin yüzey özellikleri, tükürük erişimi ve braket ile diş eti arasındaki mesafe olduğunu bildirmişlerdir. Beyaz lezyon oluşumu ile lingual retainer arasında bir ilişki bulunmamıştır ki bu durum tükürük akış miktarı ve tamponlama kapasitesinin asit ataklarına karşı korunmada önemli bir rol oynadığı anlamına geldiği olarak yorumlanmıştır. Yine bu çalışmada, hastanın aktif eli ile bazı alanları daha zor fırçalamasının demineralizasyon bölgesini etkileyebileceği söylenmiştir.

2.1.3. Beyaz Nokta Lezyonunun Görülme Sıklığı ve Yerleşimi

Mine üzerindeki demineralizasyon ilk ortodontik tedavi seansından diğerine kadar geçen 4 hafta gibi kısa bir sürede meydana gelebilir.⁸ Ortodontik tedavi gören hastalarda ağız hijyeni ve çürük insidansı arasında tedavi görmeyenlere göre çok daha kuvvetli bir ilişki mevcuttur.³⁵ Gorelick ve ark.³⁶ sabit ortodontik tedavi gören hastalarda en azından bir tane BNL görülme olasılığının %49,6 oranında, tedavi görmeyenlerde ise sadece %24 oranında olduğunu gözlemlemişlerdir. Buna rağmen, BNL oluşumu sadece ortodontik tedavi gören hastalara özgü değildir. Ortodontik tedavi görmeyen çocukların %3-82' sinde bu lezyonlar gözlenebilir.³⁷

Ortodontik popülasyonda BNL oluşma olasılığı, anterior bölge için %8,5-44 ve posterior dişler için %7,7-71 oranları arasındadır.³⁶ Boersma ve ark.³⁸ tarafından yapılan sabit ortodontik tedavi gören hastalarda demineralizasyonun kantitatif değerlendirildiği klinik çalışmada bayanların %22'sinde, erkeklerin %40'ında BNL oluşumu gözlenmiştir. Gorelick ve ark.³⁶ yaptıkları çalışmada lezyon sayısı bakımından 12 ay ile 36 aylık tedaviler arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır.

Değerlendirme metoduna, tedavi öncesi demineralizasyon olup olmamasına ve florür kullanımına bağlı olarak BNL prevalansı %2-96 oranları arasında çeşitlilik gösterir.^{35,36,39,40} Tedavi sonrasını değerlendiren çalışmalarda idiyopatik ve tedavi sırasında oluşan beyaz lezyonları birbirinden ayırmak zordur. Tedavi öncesi bulunan gelişimsel ya da lokal çevresel faktörler ile oluşan lezyonların çalışmaya dahil edilip edilmemesi ile prevalans miktarında çeşitlilik meydana gelmiştir.⁴¹

Sabit ortodontik tedavi ile oluşan demineralizasyon bukkal yüzeyde diğer yüzeylerden daha fazla meydana gelir.⁴² Beyaz nokta lezyonları tüm dişlerde gözlenebilir fakat en sık maksiller lateral, mandibuler kanin ve 1. küçük azıların bukkal yüzeylerinin servikal ya da orta 1/3'lüsünde meydana gelirler.^{36,43} Lezyonların %50'sinden fazlası gingival bölgeye yakın oluşur.¹⁵

Willmot⁴¹ tarafından yapılan bir derleme makalede Samawi (2005)'nin bir çalışmasına değinilmiştir. Bu çalışmada, lezyonların en fazla üst santral ile laterallerin gingival kısımlarında meydana geldiği ve sağ-sol arklar arasında önemli bir fark gözlemlenmediğini bildirilmiştir.

2.1.4. Beyaz Nokta Lezyonlarının Teşhisi

Çürük gelişiminin etyolojisini aydınlatıcı pek çok araştırmada in vitro, in vivo ve in situ yöntemler kalitatif ve kantitatif olarak kullanılmaktadır. Çalışmalarda kullanılan bu farklı yöntemlerle plak oluşumu, başlangıç çürüğü, lezyon gelişimi, dentin çürüğü, kavite oluşumu ve çürüğü durdurma gibi çürük patogenezinin farklı aşamalarının ayrı ayrı incelenme imkanı ortaya çıkmaktadır.⁴⁴

Demineralizasyonun değerlendirilmesi için yapılan in vivo çalışmalar tüm ortodontik tedavi süresince yapılabil-diği gibi ortodontik amaçla çekilecek küçük azıların 1 ay süresince ağızda bırakılması ve sonrasında çekimleri yapılarak in vitro şartlarda değerlendirilmesi ile olabilir. ekimi yapılan dişlerde ürün etkinliği kısa bir süre için değerlendirilmiş olur, oysa Benson ve ark.⁴⁵ tarafından florür etkinliği üzerine yapılan derleme makalede çalışmaların klinik uygulamalar üzerine daha yararlı olması için en az 18 ay olması gerekliliği vurgulanmıştır. Buna ek olarak, çalışmaların tedavi sonrası 6 ay-1 yıl değerlendirme sürecini içermeleri gerektiği söylenmiştir.

In vivo BNL teşhisinde kullanılan yöntemler arasında görsel inceleme ve klinik olarak fotoğraflama bulunmaktadır. İki metodun da dezavantajları mevcuttur. Grsel inceleme yönteminde, ölçümlerin tutarlı sonuçlar verebilmesi için gözlemcilerin deney başlangıcında ve deney süresince kalibrasyona ihtiyaçları vardır. Çalışmanın geçerliliği için kayıtlar sırasında grupların dağılımından gözlemci habersiz olmalıdır. Fotoğraflama yönteminde ise, dişlerin görünümünde kalıcı kayıtlar elde edilir ve değerlendirmeler bağımsız kişilerce yapılabil-diğinden ortak bir inceleme sonucu ortaya çıkabilir. Fotoğraflar rastgele sıra ile değerlendirilerek gözlemcinin grup dağılımından haberdar olması engellenmelidir. Hatta analizler, değişikliğe uğramamaları açısından kısa süre içerisinde yapılmalıdır.⁴⁶ Beyaz nokta lezyonlarının klinik olarak tespitinde kullanılan flaşlı fotoğrafların dezavantajlarından biri diş üzerinde flaş yansımasının lezyonu taklit ederek opasite prevalansını artmış seviyede göstermesidir. Diğer dezavantajlar ise, diş yüzeyinin ıslaklık derecesi ve ışık miktarının farklı olmasıdır.²¹ Dijital görüntüleme sayesinde tekrarlanabilir ve maliyeti düşük olan fotografik kayıtlar alınabilir fakat bu teknikte kameranın dişin bukkal yüzeyine yerleşme konumu ve ışık açısı verilerinin tekrarlanabilirliği zorunludur.⁴⁷ Bu koşullar altında alınan dijital kamera görüntülerinin fotoğraf slaytlarından alınan görüntüler kadar doğru ve tekrarlanabilir olduğu gözlenmiştir.⁴⁸

In vivo çalışmalar kalitatif oldukları gibi dijital görüntülerin bilgisayar programında incelenmesi ile kantitatif değerlendirmeler de yapılabilir.⁴⁹ Buna ek

olarak, literatürde ortodontik tedavi süresince lezyon genişliğinin in vivo kantitatif değerlendirildiği çalışmalar kantitatif ışıkla indüklenen floresans⁵⁰ (QLF I, II; Inspektor Research Systems BV, Amsterdam, Hollanda) ve lazer floresans⁵¹ (DIAGNODent; KaVo, Biberach, Almanya) yöntemleri ile yapılmıştır.

In situ çalışmalar çekilen dişlerde in vitro şartlarda BNL oluşumunun sağlanmasından sonra alınan kesitlerden bazılarının ağız ortamına ataçmanlar aracılığıyla yerleştirilmesi ve diğer kesitlerin kontrol gurubu olarak kullanılması ile yapılır. Belli bir zaman sonra ağız ortamından alınan kesitler in vitro şartlarda kalitatif ve kantitatif yöntemler ile değerlendirilebilir. Bu şekilde hastanın ağız ortamında bulunan, demineralizasyonu engellediği düşünülen materyalin etkinliği değerlendirilmiş olur.^{52,53}

Demineralizasyonun ya da remineralizasyonun değerlendirildiği in vitro çalışmalar, çekimi yapılan hayvan ve insan dişleri üzerinde çeşitli yöntemler ile yapay çürük oluşumu meydana getirilerek yapılır. Bundan sonra değerlendirmeler kalitatif ve kantitatif olarak yapılabilir. Diş dokularının mineral yapılarında ve lezyon derinliklerinde meydana gelen değişiklikler polarize ışık ve ışık mikroskobu, konfokal lazer tarama mikroskobu, iyot geçirgenlik testi ile kalitatif olarak yapılabilir.⁵⁴ Kantitatif yöntemler ise; optik çürük monitörü,⁵⁵ QLF,⁵⁶ fiber optik transüliminasyon ile dijital görüntüleme (Electro-Optical Sciences, Inc, Irvington, NY),⁵⁷ DIAGNODent⁵⁸ gibi uygulamaları içermektedir. Bunlar dışında kullanılan yöntemler; polarize ışık mikroskobu⁵⁹⁻⁶², profilometre⁶³, transvers mikroradyografi,⁵³ elektrikli iletim ölçümleri⁶⁴, mikrotomografidir⁶⁰ ve mikrosertliktir.^{18,65-67}

Floresans yöntemler, sağlam ve demineralize organik dokular arasında ışığın emilim ve yansıtılması miktarındaki farklılık prensibini temel alan teşhis yöntemleridir. Bilgisayar programı ile lezyon genişliği, floresans kaybindan ise lezyon derinliği ölçülebilir.⁶⁴ İlk olarak Hibst ve Paulus⁶⁸ tarafından 1999 yılında geliştirilen DIAGNODent, kızıl ötesi ışıkla minenin floresans özelliğinin dikkate alınması ile çalışır.

Elektrikli iletim ölçümleri sağlam ve demineralize mine arasında elektrik iletkenliği farklılığına dayanarak çalışır. Demineralizasyon seviyesi ve iletkenlik miktarı arasında doğru bir orantı vardır. Buna göre, sağlam mine az ya da hiç iletken değildir, demineralize alanların ise iletkenlikleri ölçülebilir değişkenliktedir.⁶⁴

Mine üzerinde mineral kaybının kantitatif değerlendirilmesi için kullanılan mikrosertlik testinin çalışma prensibi, demineralize minedeki mineral yüzdesi ile minenin mikrosertliği arasında iyi bir korelasyon bulunmasına dayanmaktadır.⁶⁹

Zandona ve Ziro⁶⁴ tarafından yapılan başlangıç lezyonların değerlendirilmesinde kullanılan yöntemleri içeren derleme makaleye göre yukarıda bahsedilen ölçüm tekniklerinin hepsinin erken lezyonları teşhis edemediği bildirilmiştir. Transüliminasyonun arayüz çürüklerinde, DIAGNODent'in ilerlemiş lezyonlarda tercih edilmesi gerektiği, kantitatif lazer ya da mikroradyografi ile korelasyon gösteren ışık floresansı (QLF) yönteminin başlangıç lezyonların tespitinde kullanılmalarının daha başarılı oldukları belirtilmiştir.

Yukarıda bahsedilen yöntemler dışında enerji dağıtıcı x-ışını spektroskopisi (EDS), taramalı elektron mikroskop (SEM) ile beraber kullanıldığında in vitro kantitatif kimyasal element analizi yapmaktadır. Bu analizin yapılması, farklı enerji seviyelerindeki minerallerin maruz kaldıkları yüksek voltajlı elektron demetlerini kırdıktan sonra yansımalarına dayanır. Örneklerden yansıyan enerjideki değişim mineral içeriğindeki değişimi yansıtır.⁷⁰ Bu yöntem örneklerin doğru ve zarar görmeden kimyasal analizine izin vermektedir.⁷¹

Ortodonti literatüründe bugüne kadar SEM ile EDS'in beraber kullanılarak yapıldığı çalışmalarda braketlerin sökümünden sonra braketler ve mine üzerinde kalan ataçmanların haritalandırılması⁷²⁻⁷⁴ ve braketlerin içeriğindeki elementlerin analizi⁷⁵ yapılmıştır.

2.1.5. Beyaz Nokta Lezyonu Oluşumunun Önlenmesi

2.1.5.1. Günlük Florür Uygulamaları

Lezyon oluşmaması için en önemli koruyucu önlem florürlü diş macunları ile dişlerin düzenli olarak fırçalanmasıdır. Ortodonti hastalarında remineralizasyonun oluşabilmesi için diş macunlarının içeriğindeki florür konsantrasyonunun %0,1 oranının altına düşmemesi tavsiye edilir. Macunlar tipik olarak sodyum florür, monoflorafosfat, kalay florid ya da bunların kombinasyonlarını içerir.⁹

O'Reilly ve Featherstone⁶ tarafından yapılan in vivo çalışmanın sonucuna göre, florür içerikli diş macunlarının düzenli kullanımında bile demineralizasyonun meydana geldiği fakat bunun düşük oranlarda olduğu belirtilmiştir.

Son yıllarda yapılan derleme makalelere göre demineralizasyonun önlenmesinde "en etkili" olarak adlandırılacak bir program önerilmemiştir.^{45,76,77} Buna rağmen, sabit ortodontik tedavi gören hastalarda günlük % 0,05 lik florür kullanımı tavsiye edilmiştir.^{45,78}

Linton⁷⁹ tarafından yapılan in vitro çalışmada, 50 mg-F/kg (50 ppm) konsantrasyonda florür içeren solüsyonun 225 ppm florür içeren solüsyona göre remineralizasyon için daha uygun olduğu gözlemlenmiştir. Ancak Wilmot⁸⁰ 50 ppm yani düşük konsantrasyondaki florürün, florür içermeyen gargara ve diş macunu önlemlerine karşı bir avantajını bulamamıştır.

Konsantre florür içeren ajanların doz-cevap ilişkisi ve uygulanım sıklığının yararları belirsizdir.⁸¹ Eğer düzenli macun ve topikal florür uygulamalarına rağmen çürük aktivitesi devam ediyorsa florür seviyesinin artırılması yerine ağız hijyeninin daha iyi sağlanması, asite dirençli vernikler ya da antibakteriyel ajanlar gibi diğer uygulamaların yapılması gerektiği bildirilmiştir.¹⁰

2.1.5.2. Rezin Örtücüler

Aslında yeni bir fikir olmayan rezin örtücülerin braket etrafında kullanımı, demineralizasyonun önlenmesini sağlayan uygulamalardan biridir.⁸² Asitlenmiş mineyi örtmesi, braketlerin bağlanma gücünü artırması ve etrafında demineralizasyonu önlemesi rezin örtücülerin avantajları olarak bildirilmiştir.¹⁸

Kimyasal olarak sertleşen rezin örtücüler oksijen inhibisyon tabakası nedeniyle mine yüzeyini pürüzsüz bir şekilde örtemezler.⁸³ Yüzeyi düzgün şekilde kapladığı görülen ışıkla polimerize olan rezin örtücülerin, in vitro çalışmalarda demineralizasyonu önlemede etkin bulunmalarına karşın yapılan in vivo çalışmalarda aynı sonuç desteklenmemektedir.⁸³⁻⁸⁶

Işıkla sertleşen inorganik doldurucusuz ya da çok az doldurucu içerikli rezin örtücüler mineyi demineralizasyona karşı kimyasal olarak polimerize olanlarından daha fazla koruyamazlar.¹⁸ Doldurucusuz rezin örtücüler mekanik (fırçalama) ve kimyasal (asidik ortam) aşınmalara dayanıksızdır.¹⁸ Yapılan in vitro çalışmalarda, fiziksel özellikleri üstün sayılan ışıkla polimerize olan yüksek doldurucu içerikli rezin örtücülerin (Pro Seal ;Reliance Orthodontic Products, Itasca, Ill ve Ultraseal XT Plus; Ultradent Products, South Jordan, Utah) demineralizasyonu önlemede başarılı oldukları gözlenmiştir.^{18,33,87} Bu materyallerin uzun süren fırçalamaya dayanıklı oldukları ve braketlerin bağlanma gücü üzerine önemli bir negatif etkilerinin olmadığı bildirilmiştir.⁸⁷

2.1.5.3. Vernikler

Ağız hijyeninin yeterli derecede sağlayamayan hastalarda, demineralizasyonun önlenmesinde bir diğer yöntem klinik koşullarda yüksek oranda florür içeren verniklerin uygulanmasıdır. Vernik uygulanan sabit ortodonti hastalarında demineralizasyonun %38-50 oranında azaldığı bildirilmiştir.^{59,62,88} Buna rağmen, vernik uygulamasının bir takım dezavantajları mevcuttur. Bunlar; florürün etkinliğinin klinik ziyaretler ile sınırlı kalması, diş ile

diş eti üzerinde geçici renklenmelerin meydana gelmesi ve klinisyen için zaman kaybına sebep olmasıdır.^{59,62,88}

Florürün, uygulandığı yüzeyin enejisini azaltarak adezivlerin yüzey ıslatılabilirliğini yani bağlanmasını etkilediği düşünülür.⁸⁹ Ancak etch-rinse (H_3PO_4) ve self-etching primerler (SEP) ile braketlerin yapıştırılmasından önce florür patı⁹⁰ ve verniği⁹¹ uygulanmasının bağlanma gücünü etkilemediği bildirilmiştir.⁹¹

2.1.5.4. Florür İçeren Elastik Ligatürler

Florür salma özelliğine sahip elastik ligatürlerin in vivo olarak deminerilizasyonu azaltmada başarılı oldukları ve gerilerek yerleştirilmelerinde in vitro olarak florür salınımlarının arttığı gözlenmiştir.^{15,92} Banks ve ark.,¹⁵ yaptıkları in vivo çalışmada kalay florür (SnF_2) salan elastik ligatürlerle klasik elastik ligatürleri deminerilizasyonu önleme açısından karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, florür salan elastik ligatürlerin her diş için %49 oranında demineralizasyonu azalttığı gözlenmiştir.

Elastik ligatürler hasta kooperasyonu gerektirmemeleri ve brakete yakın yerlerde en fazla florür salmaları sebebi ile demineralizasyonu önlemede başarılı olabilirler fakat bu materyaller başlangıçta yüksek oranda florür salmalarına rağmen tedavi süresince bu özellikleri sabit kalmaz ve florür salınımlarında hızlı bir azalma gözlenir. Bu sebeple elastik ligatürlerin ortodontik tedavi süresince çürüğü engellemelerinin mümkün olamayacağı bildirilmiştir.⁴⁵

2.1.5.5. Antibakteriyel Uygulamalar

Korbmacher ve ark.⁹³ florürün çürük engelleyici etkisinin antibakteriyel maddelerin kombinasyonu ile arttırılabileceğini söylemişlerdir.

Çalışmalarda kalay florür bakterilerin mine yüzeyine tutunmasını engelleyen özelliğinden bahsedilmiştir.^{94,95} Kalay florür iyonları bakteri içerisinde sükrozun giriş yapacağı yolları kapatırlar ve fermantasyonla meydana gelebilecek asit üretimini engellemiş olurlar. Bu yüzden florür içerikli ve

antibakteriyel diş macunları sadece florür içerikli macunlara göre braketlerin etrafında demineralizasyonu azaltmada daha etkilidir.⁶⁵

Øgaard³⁴ günlük %0,05 oranında sodyum florürlü ağız garagaralarının bantların altında lezyon oluşumunu önemli miktarda azalttığını gözlemlemiş ve bu gargaraların klorheksidin, triklosan ya da çinko gibi antibakteriyel ajanlar ile beraber uygulanmalarıyla çürük önleyici etkilerinin arttırılabileceğini belirtmiştir.

Klorheksidin ve florür içerikli gargaranın sadece florür içerikli gargaraya göre mineral kaybının azaltılmasında daha başarılı olduğu gözlenmiştir.⁹⁶ Bununla beraber, klorheksidin gargaranın acı tat ve dişleri renklendirme gibi istenmeyen etkileri vardır. Ayrıca demineralizasyon üzerinde etkili olması için 1-2 yıl düzenli olarak kullanılması gerekir.⁹⁷ Bu yüzden araştırcılar daha az hasta kooperasyonu gerektiren, antibakteriyel içerikli vernik uygulamalarını incelemişlerdir.^{97,98} Ancak florür ve klorheksidin birleşimli verniğin, florür içerikli verniğe göre avantajının, posterior dişler hariç sadece estetik önemi olan maksiller kesicilerde lezyon sayısının artmasını önlemesi olduğu bildirilmiştir.⁹⁷

Demineralizasyonun azaltılmasında hasta kooperasyonu gerektirmeyen bir diğer yöntem antibakteriyel malzemelerin adeziv sistemleri ile kombine edilerek kullanılmasıdır.²⁰ Bishara ve ark.⁸⁷ tarafından braketlemeden önce primer ile karıştırılarak uygulanan klorheksidin örneklerinde veya braketlemeden sonra uygulanan klorheksidin örneklerinde braketlerin bağlanma gücünün önemli miktarda azalmadığı gözlenmiştir.

Bishara ve ark.⁹⁹ tarafından yapılan bir diğer in vitro çalışmanın sonucunda, %2,5 oranında setilpridinyum klorid içerikli adezivin oluşturduğu bağlanma gücü kontrol grubundan önemli miktarda farklı bulunmamıştır. Aynı zamanda bu adeziv karışımının 196 gün bakteriyel büyümeyi durdurduğu bildirilmiştir.

2.1.6. Beyaz Nokta Lezyonlarının Tedavisi

Ortodontik tedavi süresince gelişen lezyonların ortodontik tedaviden sonra gerilediği gözlenirse de, bunlar restoratif amaçlı uygulamaları gerektirecek seviyede estetik rahatsızlık yaratabilir. Bu sebeple ortodontik tedavi sırasında BNL'nin oluşumunun önlemesi temel amaç olmalıdır.¹⁰⁰

Willmot⁸⁰ ile Van der Veen ve ark.¹⁰¹ tarafından yapılan çalışmaların sonucunda lezyonların boyutlarının tedaviden sonra doğal olarak azalabileceği bildirilmiştir. Braketlerin sökümünden sonraki bir yıl içinde BNL'nin bazı vakalarda azaldığını bildiren çalışmalar vardır.^{80,102} Buna rağmen, diğer çalışmalarda kısmi olarak remineralizasyon meydana gelse de lezyonların genellikle geriye dönmediği gözlenmiştir.^{8,43,103} Øgaard ve ark.⁸ tarafından yapılan ortodontik tedavi sonrası 5 yıllık değerlendirmeyi içeren bir çalışmada, demineralize bölgelerin remineralizasyona dirençli olduğu gözlenmiştir.⁸ Tedaviden 5 yıl sonra bile bu demineralize bölgelerin estetik bir problem oluşturabileceği söylenmiştir.⁵

Ortodontik tedaviden sonra ataçmanların sökümüyle özellikle dişlerin labial yüzeylerinde demineralizasyona neden olan çevre azaltılmış olur. Buna rağmen, braketlerin ve bantların sökümünden sonra kalan kalıntılar özellikle braketlerin diş etine yakın olduğu posterior alt dişlerde plak toplanması için risk oluşturur. Plak birikimi ile beraber lezyonlar tedavi sonunda bile ilerleyebilir.¹⁰⁴ Ortodontik tedavi sonrası beyaz lezyonların mineral içeriğini inceleyen çalışmalarda tedaviden 2 yıl sonra lezyonların tamamiyle remineralize olmadığı gözlenmiştir.^{50,105}

Artun ve ark.¹⁰⁶ tarafından yapılan ortodontik tedavi sonrası 6 yıl gözlem sürecini içeren çalışmada 40 hastada lezyonların %75'inin gerilediği, geri kalan %25 oranındaki daha şiddetli lezyonların hala görülebilir olduğu gözlenmiştir. Araştırmacılar lezyonların gerilemesinin sebebini, remineralizasyondan daha çok fırçalama ile meydana gelen yüzey aşınmasına bağlamışlardır. Öte yandan, Aljehani ve ark.¹⁰⁷ tarafından yapılan çalışmada profesyonel temizliğin lezyonların zamanla azalmasında yararı olmadığı sonucuna varılmıştır.

Øgaard ve ark.⁸ labiyal yüzdeki beyaz lezyonların tedavisinde yüksek konsantrasyonda florür uygulaması sonucu meydana gelen hipermineralizasyonun demineralizasyon ve remineralizasyonu sınırlandıracağını bildirmişlerdir. Yüksek dozda lokal florür uygulaması ile sınırlanan lezyonun aynı boyutta kaldığı ve organik debrisle boyandığı gözlenmiştir. Araştırmacılar tamirin daha fazla olması için remineralizasyonun tükürük yolu ile olmasını önermişlerdir. Buna rağmen, yüksek dozda florürün çürüğü tamamiyle sınırlandırması açısından posterior lezyonlarda uygulanmasının iyi olabileceği vurgulanmıştır.

Linton⁷⁹ tarafından yapılan çalışmada, 50 ppm'lik florürlü gargaranın 250 ppm gargaraya göre remineralizasyonda daha etkili olduğu gözlenmiş ve 60 µm'den daha az derinlikteki lezyonların düşük dozda florür kullanımı ile remineralize oldukları bildirilmiştir. Beyaz nokta lezyonların kaybolmasına neden olan diğer faktörlerin fonksiyonel aşınma ve fırçalama olduğu söylenmiştir.¹⁰⁸

Al-Khateeb ve ark.¹⁰⁵ ortodontik tedavi sonrası minenin remineralizasyonunu arttırmak için lezyonların asitlenerek daha fazla pürüzlendirilmesini sağlamışlar ve bu uygulamada florürün etkinliğini araştırmışlardır. On iki haftayı içeren çalışmada asitlenen lezyonlarda ilk hafta sonunda özellikle florürün olmadığı ortamda remineralizasyon daha fazla bulunmuş, daha sonra remineralizasyon azalmış ve çalışmanın sonunda gruplar arasında fark bildirilmemiştir. Artun ve Thylstrup¹⁰⁶ pöröz dokunun kaybolmasında başlıca neden olarak yüzey abrazyonu ile meydana gelen bazı mineral depozisyonlarını işaret etmişler ve braketlerin sökümünden sonra BNL'lerde kademeli bir gerileme olduğunu vurgulamışlardır.

Bussadori ve ark.¹⁰⁹ kapsamlı bir ortodontik tedavide anterior dişlerin renk ve görünümünün dikkate alınması gerektiğini söylemişlerdir. Bu araştırmacılar, ortodontik tedavi sonrası aktif durumda olmayan BNL içeren üst kesicilere %35'lik hidrojen peroksit ile beyazlatma uygulamasının kamuflaj oluşturarak başarılı olduğunu gözlemlemişlerdir. Knösel ve ark.¹¹⁰ bu uygulamanın %30'luk hidrojen peroksit ile başarılı olduğu düşüncesine

katılmışlardır. Hidrojen peroksitin 2-4 hafta süresince gece uygulananı yeterli olmaz ise ardından mikroabrazyon uygulaması tavsiye edilmiştir.¹¹¹

Mine yüzeyinde çürük olmayan defektlerin kaldırılmasında kullanılan mikroabrazyon, son zamanlarda ortodontik tedavi ile meydana gelen demineralize alanların kaldırılması için kullanılmıştır.^{112,113} Murphy ve ark.⁴⁹ ortodontik tedavi sonrası mikroabrazyon tekniğinin %18'lik hidroklorik asit ve pomza uygulaması ile kantitatif değerlendirilmesini yapan ilk çalışmacılardır. Araştırmacılar, lezyon genişliğinde %83 oranında azalma gözleyerek bu tedavinin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Mikroabrazyon tekniğinde ilk uygulamada 1 dakika içerisinde yüzeyden 12 µm, diğer uygulamalarda 26 µm miktarında madde kaldırılır. İlk uygulamada daha az miktarda madde kaldırmasının sebebi, yüzeyde bulunan florür zenginliğidir. İstenmeyen renklenmeler için 5-10 arasında değişen sayıda uygulama yapılabilir. Mikroabrazyon ile yüzeyden madde kaldırılır fakat geride oldukça parlak mine yüzeyi kalır. Bu mine yüzeyi interprizmatik boşluklar içermemesi sebebi ile orjinal mineye benzemez.¹¹⁴ Bu boşlukları kalsiyum ile fosfat doldurur ve ışığı yansıtması orjinal mineden farklı olur. Parlaklık ile lezyon kamufule edilmiş olur. Bunun yanında, abraze olmuş minenin bakteri kolonizasyonuna ve demineralizasyona daha dirençli olduğu bildirilmiştir.^{115,116} Mikroabrazyondan sonra 4 dakika %2'lik sodyum florür tedavisi tavsiye edilmiştir.²⁹

Özetle; BNL'nin tedavisi genel olarak en koruyucu yaklaşımlarla başlamalıdır. Sonuç alınmadığında hasta da istekli ise daha agresif tedavi yöntemleri üzerinde durulmalıdır.⁹⁷ Bir çok klinisyen tarafından topikal florür uygulaması tedavide denenen ilk seçenektir. Yüksek konsantrasyonda florür uygulamasının yararlı olabileceği mantıklı görünse de gerçekte böyle değildir. Yüksek konsantrasyonda uygulanan florür minenin daha derin tabakalarındaki mine kristallerini etkilemeden en üst tabakayı remineralize eder. Bu yüzden kalsiyum ve florür iyonlarının penetrasyonlarının yavaş olması tavsiye edilir. Zaman ve florür, estetik problemi ortadan kaldırmaz ise bir sonraki aşama olarak beyazlatma düşünülebilir. Bu şekilde lezyonların kamuflej tedavisi yapılmış olur. Beyazlatma başarısız kaldığında ise bir sonraki aşama mine

yüzeyi üzerinde mikroabrazyon işleminin uygulanarak lokalize BNL'nin ortadan kaldırılmasıdır. Yapılan uygulamalar sonuçsuz kalmış ise son çare olarak kompozit restorasyonlar ya da porselen kronlar yapılır.²⁰

2.2. Adeziv Sistemler

Adeziv sistemlerinin sınıflandırılmasında, geliştirildikleri tarihler esas alınarak yapılan “kronolojik sınıflandırma” ve kimyasal içeriklerine göre yapılan “yapısal sınıflandırma” birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır. Günümüzde ise modern dental adeziv sistemlerin “etki mekanizmaları” göz önüne alınarak yapılan sınıflandırmalar daha objektif bir yaklaşım olarak kabul görmektedir. Buna göre modern dental adeziv sistemler üç başlık altında incelenebilir:¹¹⁷

- 1) Etch-Rinse Adeziv Sistemler
- 2) Self-Etch Adeziv Sistemler
- 3) Cam İyonomer Adeziv Sistemler

2.2.1. Etch-Rinse Adeziv Sistemler

Ağız ortamında mine yüzeyi genellikle dental plak veya pelikül ile kaplıdır. Herhangi bir uygulama yapılmadan ya da minenin yüzeyel yapısı değiştirilmeden rezin esaslı materyallerin mine yüzeyine bağlanması mümkün olmamaktadır. Adeziv materyaller ve mine dokusu arasında mikromekanik bir bağlantı gerçekleşebilmesi için minenin yüzey yapısında bazı değişikliklere ihtiyaç duyulur. Mine yüzeyine çeşitli konsantrasyonlarda asitlerin uygulanması smear tabakasını temizler, prizmatik ve interprizmatik mineral kristallerini farklı düzeylerde ortadan kaldırarak mikroskopik pürüzlülük sağlar.¹¹⁸ Bu durum yüzey geriliminin azalmasına ve mine yüzeyinin ıslanabilirliğinin artmasını sağlayarak düşük vizkoziteli rezinin mikroboşluklara rahat bir şekilde dolmasına olanak sağlar. Ayrıca bu uygulama, mikroorganizma sayısında %75-95 oranları arasında bir azalmaya yol açar.¹¹⁹

Ortodontide ve restoratif diş hekimliğinde adezyon rezin kompozit materyallerin mikromekanik tutuculukla yüzeye bağlanmaları ile sağlanır. Bunu sağlamak için genellikle güçlü bir asit olarak nitelendirilen %30-40 oranlarında

fosforik asit (H_3PO_4) yüzey temizlenmesi ve mineral çözülmesi için 15-30 saniye (sn) mineye uygulanır. Mine dokusunun asitle pürüzlendirilmesi ile mine yüzeyinin ortalama 10 milimikron ($1\ \mu m=0,001$ milimetre)'luk kısmı ortadan kalkar.¹²⁰ Minedeki değişimler mikroskobik olarak yüzeyden 100-200 μm aşağıda meydana gelmesine rağmen gerçek kayıp asitleme zamanı ve dişler arasındaki farklılığa bağlı olarak 5-50 μm arasında meydana gelir.¹²¹

Etch-rinse adeziv sistemlerde; pürüzlendirme, primer ve bağlayıcı ajanların içerikleri, süreleri ve uygulama yöntemleri üretici firmalara göre çeşitlilik gösterir. Etch-rinse adeziv sisteminde en sık %37 H_3PO_4 kullanılır ancak bu uygulama ile oluşan pöröz mine yapısı, normal mineden daha fazla çözünürlüğe sahiptir. Bu nedenle araştırmacılar ortodontik apareyler etrafında BNL oluşumundan H_3PO_4 uygulamasını sorumlu tutmuşlardır.^{8,36} Bu yüzden mine kaybına daha az neden olan pürüzlendirme teknikleri araştırılmıştır. Bunlar; maleik asit, poliakrilik asit ve hava-abrazyonudur (alimünyum oksit partikülleri ile).¹²²⁻¹²⁴ van Waveren ve ark.¹²⁴ tarafından sığır dişlerinde yapılan in vitro çalışmada % 37 H_3PO_4 uygulaması sonucu braketlerin bağlanma kuvveti %10 poliakrilik asit ve hava-abrazyonu tekniğine göre daha fazla bulunmuştur. Mine üzerindeki kaybı azaltmak için başka bir uygulama olan self-etch adeziv sistemler, primer ve bağlayıcı ajan fonksiyonlarını tek bir solüsyon içerisinde birleştiren iki aşamalı sistemler olarak günümüzde kullanımları yaygındır.¹¹⁷

2.2.2. Self-Etch Adeziv Sistemler

Tek basamaklı self-etch adezivlerin kullanımı pürüzlendirme derinliği ile rezin monomer penetrasyonu arasındaki uyumsuzluğun önlenmesini sağlar.¹²⁵ Bu adezivler hidrofilik yapıda düşük moleküler ağırlıklı rezin monomerlerdir ve pürüzlendirilmiş mine dokusunun derinlerine penetre olabilme özellikleri vardır.¹²⁶

Asidik primerler olarak adlandırılabilen self-etching primerlerin (SEP) aktif içeriği fosforik asit ve metakrilattır. Bu içerikteki fosfat grubu hidroksiapatitten kalsiyumu çözer. Hava uygulaması sonucu primer içeriğinden çözücü ayrılır ve sonrasında primer monomeri ışıkla polimerize olur.¹²¹

Transbond Plus SEP (3M Unitek, Monrovia, Calif) ile minenin pürüzlendirilmesi ve primer uygulanması tek aşamada gerçekleştirilir. Uygulamadan sonra yıkama gerekmemektedir. Bu yüzden ürün çözölmüş kalsiyum fosfat grubuyla kompleks bir yapı oluşturur ve sonra rezin matriks içerisine birleşir. Bu ürünün avantajı klinikte harcanan zamanı azaltmasıdır.^{127,128}

Adezivlerin bağlanma kuvvetinin çiğneme kuvvetlerine, ark tellerinin ve hastanın kötü alışkanlıklarının oluşturduğu gerilimlere dayanabilecek miktarda olmaları gerekmektedir. Çeşitli çalışmalar, klinik durumlar için yeterli bağlanma kuvvetinin 2.8 ve 10 megapascal (MPa) arasında olmasını önermişlerdir.¹²⁹⁻¹³² Reynolds'a,¹³² göre ortodontik tedavi için bağlanma kuvvetinin 5.9 ve 7.8 MPa arasında olması yeterlidir. Aynı zamanda braketlerin sökümü aşamasında mineye zarar veremeyecek miktarda bağlanma kuvvetine ihtiyaç vardır. Bu nedenle en fazla bağlanma kuvveti minenin kırılma gücünden (14 MPa) daha az miktarda olması gerektiği yorumu yapılmıştır.^{133,134} Braketlerin bağlanma gücünü etkileyen çeşitli faktörler vardır. Bunlar; uygulanan adeziv sistemi, kompozit içeriği, polimerizasyon şekli ve polimerizasyon zamanıdır.¹³⁵

Yapılan in vitro çalışmalarda, florür salma özelliğine sahip Transbond Plus SEP'in etch-rinse (%37 H₃PO₄ + kompozit rezin) adeziv sistemlerine göre bağlanma kuvvetlerinin daha az olduğu bildirilmesine rağmen, bazı çalışmalarda Transbond Plus SEP'in klinik olarak kabul edilir hatta etch-rinse adeziv sistemlerine göre daha fazla bağlanma gücüne sahip olduğu gözlenmiştir.¹³⁶⁻¹³⁹ Ireland ve ark.¹⁴⁰ tarafından yapılan in vivo randomize çalışmada Transbond Plus SEP adeziv sisteminde braketlerin tedavi süresince kopma sayılarının etch-rinse (%37 H₃PO₄ + klasik kompozit rezin) kullanılanlardan daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Çehreli ve ark.¹⁴¹ tarafından yapılan in vitro çalışmada Transbond Plus SEP'in bağlanma gücünün termal siklus ve suda bekleme işlemlerinden etkilenecek şekilde azaldığını bildirmişlerdir. Bazı çalışmalarda SEP'in sağlam mineye uygulanması ile daha düşük bağlanma kuvvetinin, daha fazla mikrosızıntının olduğu ve rezinin mineye daha az penetre olduğu gözlenmiştir.^{142,143}

Tanna ve ark.¹⁴⁴ konfokal mikroskop ile yaptıkları in vitro çalışmalarında, Transbond Plus SEP adeziv sisteminin etch-rinse adeziv sistemine (%37 H₃PO₄ + Light Bond kompozit rezin) göre mine üzerinde meydana getirdiği mineral kaybının daha fazla olduğunu gözlemlemişlerdir.

Ghiz ve ark.¹⁴⁵ tarafından yapılan in vivo bir çalışmada tedavi sonunda etch-rinse adeziv sisteminin (%37 H₃PO₄ + Light Bond; Reliance Orthodontic Products, Itasca, Ill) mine demineralizasyonu üzerindeki etkileri Transbond Plus SEP'inki ile klinik gözleme dayalı olarak yapılan skorumla sistemi ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre, ağız hijyeni iyi olan hastalarda braketleme öncesi mine yüzeyinin etch-rinse adeziv sistemi ya da SEP ile hazırlanmasının demineralizasyon açısından önem taşımadığı fakat ağız hijyeninin kötü olduğu hastalarda florür uygulamalarına (klinikte ve evde) rağmen SEP uygulanması sonrasında demineralizasyon skorlarında 2 kat daha fazla artış bulunmuştur.

2.2.3. Cam İyonomer Adeziv Sistemler

Cam iyonomer adeziv, bir aracı madde gerektirmeden diş dokularına kimyasal olarak bağlanabilen tek materyal olma özelliğine sahiptir.¹⁴⁶ İlk kez Wilson ve Kent¹⁴⁷ tarafından 1972 yılında bir kaide materyali ve restoratif malzeme olarak tanıtılmıştır. İçeriğindeki karboksilat gruplarının dişin yapısındaki kalsiyum ile etkileşimi sonucu fizikokimyasal olarak tutuculuk sağlar. Ayrıca florür salar ve florür rezervuarı görevine sahiptir.¹⁴⁸ Cam iyonomer adezivlerde florür salınımı en fazla ilk gün meydana gelir fakat restoratif amaçla kullanıldığında bir kaç ay sonra bile florür salınımı devam eder.^{149,150} Metal ve plastik yüzeylere bağlanabildiği gibi yüzeyin tamamen kuru olmasına gerek yoktur.¹⁵¹ Tüm bu avantajlara rağmen, braketlerin yapıştırılmasında kullanılan cam iyonomerlerin H₃PO₄ ya da poliakrilik asit ile kullanıldığında bile bağlanma güçleri (2,4-5,5 MPa) düşüktür.¹⁵²

Hallgren ve ark.¹⁵³ cam iyonomerlerin kullanım yararlarından bahsetmişlerdir. Bu yararlar; demineralizasyonu engellemede kompozitlerden daha etkin olabilmeleri, braketlerin yapıştırılmasında genellikle yüzeyin

pürüzlendirilmesine gerek kalmaması olarak bildirilmiştir. Bununla beraber, Millett ve ark.¹⁵⁴ tarafından yapılan in vivo bir çalışmada cam iyonomer ile rezin adezivler demineralizasyon alanları ve oluşma sıklığı açısından kıyaslanmış ve çalışmanın sonunda gruplar arasında fark gözlenmemiştir. Demineralizasyon açısından cam iyonomer adeziv grubunda diğer gruba göre tedaviden 12 ay sonra belirgin bir azalma olmamış ve bunun sonucunda diyet kontrolü ve ağız hijyeninin diğer florür uygulamaları ile en uygun seviyede tutulmasının cam iyonomer adeziv kullanımından daha etkili olabileceği belirtilmiştir.¹⁵⁴

Benson ve ark.⁴⁵ tarafından yapılan ortodontik tedavi süresince beyaz lezyon oluşumunu engellemede florürün etkinliği ve florür dağılım yöntemleri arasındaki farklılıkları karşılaştırıldığı derleme makalenin sonucuna göre, cam iyonomer adezivlerin tedavi süresince ve sonrasında meydana gelebilecek BNL oluşumunu azalttıkları konusunda bazı kanıtlar olsa da bunların doğruluğunun zayıf olduğu bildirilmiştir. Daha kapsamlı çalışmalar yapılana kadar sabit ortodontik tedavi gören hastalara günlük %0.05'lik sodyum florürlü gargara tavsiye etmişlerdir.

2.2.3.1. Rezin ile Güçlendirilmiş Cam İyonomer Adezivler (RGCIÁ)

Cam iyonomer adeziv içerisine rezin partikülleri ilave edilerek bağlanma gücünün arttığı gözlenmiştir.¹⁵⁵⁻¹⁵⁷ Bazı çalışmalar kompozitlere göre RGCIÁ'nın bağlanma gücünü özellikle braketlemeden 1 saat sonra düşük olsa da, bazı çalışmalar tarafından yeterli değerde bağlanma gücüne sahip oldukları gözlenmiştir.¹⁵⁸⁻¹⁶³

Son zamanlarda kompozit rezinler ile beraber uygulanan self-etching primerler ve RGCIÁ ile uygulanan poliakrilik asitler yeni adezyon prensipleridir. Bu ürünlerin mineye klasik pürüzlendirmeden daha az zararı olduğu bildirilmiştir.¹⁶⁴ Fjeld ve Øgaard¹²¹ tarafından yapılan bir çalışmada, etch-rinse adeziv sistemi ile oluşan rezin taglarının kalın ve minenin daha derinlerine kadar ulaşabildiği belirtilmiştir. Bununla beraber SEP ile küçük ve az sayıda rezin taglarının olduğu, poliakrilik asitle ise oluşmadığı yani RGCIÁ'nın dış yüzeyine mekanikten daha ziyade kimyasal olarak bağlandığı gözlemlenmiştir. Li¹⁶⁵ ise

SEP ve poliakrilik asitin minede daha az geri dönüşümsüz etki bırakmaları nedeni ile braketlerin bağlanma başarısızlığına yol açtıklarını belirtmiştir.

Summers ve ark.¹⁶³ yaptıkları in vitro ve in vivo çalışmanın in vitro bölümünde klasik kompozit rezinin bağlanma gücünün RGCİA (%10 poliakrilik asit + Fuji Ortho LC, GC Corporation, Tokyo, Japan)' den daha fazla olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu çalışmanın in vivo bölümünde 1,3 yıl süren gözlem periyodunda braketlerin bağlanma başarısızlığı açısından bu adeziv sistemler arasında farklılık gözlenmemiştir. Bağlanma gücü ve florür salınım kapasitesi sebebiyle RGCİA'nın gelecekte braketlerin yapıştirilmasında önemli rol alacağı belirtilmiştir.¹⁶⁶

Cacciafesta ve ark.¹⁶⁷ tarafından yapılan in vitro çalışmada 3 aylık gözlem periyodunda Fuji Ortho LC'nin saldığı florür miktarının Transbond XT (3M/Unitek, Monrovia, Calif)'e göre oldukça fazla olduğunu ve bu miktarın belki de BNL oluşumunu önleyebileceğı bildirilmiştir. Ayrıca yapılan in vivo çalışmalarda, demineralizasyonu önlemede kompozit rezinlere göre RGCİA daha başarılı bulunmuştur.^{66,67,168,169} Buna rağmen, Mandall ve ark.¹⁷⁰ tarafından yapılan sistematik derleme makalesinde cam iyomomer, kompozit, kompomer ve RGCİA'nın braket tutuculuğı ve demineralizasyonu önlemede etkinlikleri randomize, kontrollü in vivo çalışmalarda karşılaştırılmıştır. Makalenin sonucunda, herhangi bir materyalin diğerine göre braket tutuculuğı ya da demineralizasyonu önlemede üstün olduğu ile ilgili bir sonuca varılamamıştır.

2.3. Adeziv Sistemler ile Kullanılan Antibakteriyel Uygulamalar

Demineralizasyonun önlenmesinde antibakteriyel özelliğın florürden daha etkin oluşu belirtilmiştir.¹⁷¹ Bu amaçla geliştirilen Clearfil Potect Bond (Kuraray Medical, Okayama, Japan) restoratif diş hekimliğine yeni florür salan ve antibakteriyel bir adeziv sistemi olarak tanıtılmıştır. Bir ayda 45µg/g florür salabilmektedir. Buna ek olarak Clearfil Potect Bond bakteri büyümesini durduran antibakteriyel monomer metakriloyloksidesilpridinyum bromid (MDPB) içerir.⁵¹

Yapılan in vitro çalışmalarda Clearfil Protect Bond'un bağlanma gücünün diğer adeziv sistemlerine eşit hatta Transbond Plus SEP'kinden daha fazla olduğu gözlenmiştir.^{99,172,173} Bishara ve ark.⁹⁹ Clearfil Protect Bond kullanmadan önce minenin asitle pürüzlendirilmesini önermişler fakat Arhun ve ark.¹⁷² yeterli bağlanma gücüne sahip olduğunu savunarak uygulamanın yapılmasına gerek olmadığını bildirmişlerdir. Buna rağmen, Paschos ve ark.⁵¹ tarafından yapılan 12 ay gözlem sürecini içeren in vivo çalışmada Clearfil Protect Bond'un diş yüzeyine bağlanmadaki başarısızlığı istatistiksel olarak fazla bulunmuştur. Ayrıca aynı çalışmada, Clearfil Protect Bond'un demineralizasyonu ve plak birikimini önlemede herhangi bir yararı gözlenmemiştir.

2.4. Yapay Çürük Oluşumu

Çürük oluşumu oldukça karışık bir süreçtir. Bakteriler fermente edilebilen karbonhidratlardan çürük oluşumuna sebep olan asitler üretirler. Bu demineralizasyon aşaması antibakteriyel ajanlar, florür, tükürük kalsiyumu, tükürük fosfatı ve tükürük proteinleri ile önlenabilir. Tükürük aynı zamanda alınan sıvı ve besinlerideki florürü taşıma görevi görür. Florürün etkinliğinin değerlendirildiği bir in vitro çalışmada tükürüğün rolü dikkate alınmalıdır.¹⁷⁴

Literatürde in vitro çalışmalarda demineralizasyon oluşturulabilmesi için kullanılan modeller şunlardır; asit tamponlarının kullanılması, bakterilerin ürettiği asitlerin kullanılması,¹⁷⁵ demineralizasyon/remineralizasyon solüsyonlarını içeren pH-siklus sistemi,¹⁸ yapay ağız modeli (bakteri, tükürük ve diyet bileşenleri)¹⁷⁶ ve genellikle farelerin kullanıldığı hayvan modelidir¹⁷⁷.

Ortodontide demineralizasyonun engellenmesinde materyal etkinliğinin in vitro değerlendirildiği bir çok çalışmada demineralizasyon solüsyonu pH=4,5-5 arasında değişen asit tamponlarından ve pH=7 olan yapay tükürük solüsyonundan oluşmaktadır. Bu çalışmalarda örnekler, 11 saat yapay tükürük solüsyonunda 1 saat demineralizasyon solüsyonunda bekletilerek bir tam siklus tamamlanır ve örnekler günde iki sikluse maruz bırakılır.⁶⁰⁻⁶² İncelenecek materyalde florür etkinliği değerlendirilecek ise kullanılması tavsiye edilen pH-

siklusunda, örnekler gün içerisinde demineralizasyon solüsyonunda 6 saat ve sonrasında remineralizasyon solüsyonunda 17 saat tutulmaktadır.¹⁸

2.5. Mikrosızıntı

Mikrosızıntı, restoratif materyal ile kavite duvarı arasından bakteri, sıvı, molekül, enzim, asit ve iyonların mikroskopik geçişi olarak tanımlanabilir.¹⁷⁸

Mikrosızıntının en önemli nedeni, restoratif materyal ile diş sert dokularının ısı değişimleri karşısında gösterdikleri genleşme ve büzülme oranlarının farklı olmasıdır. Restorasyon materyali ile diş sert dokusunun ısısal genleşme katsayıları arasındaki bu fark nedeniyle, ağız içi ısının düşmesi restorasyon ve diş yüzeyleri arasında negatif basınç oluşturarak ağız içi sıvıların kenardan sızmasına neden olur.¹⁷⁹ Polimerizasyon büzülmesi, su Emilimi, ısı farklılığı ve tekrarlayan ısısal ve/veya mekanik stresler sonucunda meydana gelen aşınmalar gibi kenar uyumunu azaltan faktörlerle gelişen mikrosızıntı günümüzde restoratif diş hekimliğinin en büyük sorunlarından birisidir.¹⁸⁰ Bu gerçek sabit ortodontik tedavi açısından yorumlandığında, mine-adeziv arayüzünde ya da braket altında demineralizasyonu takiben BNL oluşumu ihtimalinin gerçekleşmesi olarak yorumlanmıştır.²² Bu nedenle, bazı araştırmacılar braket etrafı haricinde altının da demineralizasyon açısından değerlendirilmesinin önemine dikkat çekmişlerdir.^{36,135}

Restoratif diş hekimliğinde, polimerizasyon büzülmesine bağlı olarak diş-adeziv arayüzünde oluşan mikrosızıntı ile ilgili bir çok çalışma vardır fakat klinisyenler sıklıkla braket etrafında ve altında beyaz lezyonlarla karşılaşsa da bu tip çalışmalar ortodonti alanında sınırlıdır.^{135,181,182}

Kompozit rezinler piyasaya sürüldüğünden bu yana, mikrosızıntısı konusunda bir çok bilimsel çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda, boya penetrasyon yöntemi, hava basıncı yöntemi, bakteriyel çalışma yöntemi, radyoaktif izotop yöntemi, kimyasal işaretleyiciler yöntemi, nötron aktivasyon analiz yöntemi, elektrokimyasal yöntem, tarama mikroskop analiz yöntemi gibi

farklı yöntemler kullanılmıştır. Bunlar arasında en basit ve sıklıkla tercih edilen yöntem ise boya penetrasyon yöntemidir.¹⁸³

1) Boya Penetrasyon Yöntemi

Organik boyaların mikrosızıntının değerlendirilmesi için kullanımı en yaygın ve en eski metotlardan biridir. Bu metot, restorasyon kenarları hariç, restore edilmemiş diş kısımlarının suya dayanıklı bir vernik ile kapatılmasından sonra dişin boya solusyonunda bekletilmesini kapsar. Belli bir süre sonra modeller yıkanır ve restorasyon ile diş dokusu arasında oluşan boya penetrasyonunun miktarına gözle karar verebilmek için iki ya da daha fazla kesite ayrılır.¹⁸⁴

Boya penetrasyon yönteminde bazik fuksin, eritrosin, metilen mavisi, anilin mavisi, kristal viyole kullanılabilir. Diş hekimliği bilimsel çalışmalarında kullanılan boyalar, solüsyon veya farklı boyutlarda parçacık içeren süspansiyonlar şeklindedir. Boyanın yapısındaki parçacıkların çapı, dentin kanallarının iç çapından (1-4 µm) daha küçük olmalıdır.¹⁸³

Mikrosızıntı ölçüm yöntemlerinde kullanılan boyanın özelliği de oldukça önemlidir. Mikrosızıntı çalışmasında kullanılan boyanın rengini muhafaza etmesi istense de, bu her zaman mümkün olamayabilir. Örneğin anilin mavisi, kalsiyum hidroksit gibi ortamı alkalileştiren maddelerin varlığında rengini kaybeder. Bu durum boya penetrasyon yönteminin olumsuzluklarından biridir. Bir başka olumsuz yön, alınan kesitin küçük bir bölümünün incelenmesiyle, restorasyonun tümü hakkında bir değerlendirme yapma zorunluluğunun olmasıdır.¹⁸³ Boya penetrasyon yönteminin avantajları sulu solusyonlarının kullanılabilmesi, görünen ışık altında kolaylıkla saptanabilmeleri, hızlı ve direkt ölçüm sağlamaları, sert dokularla reaksiyona girmemeleri, ucuz ve nontoksik olmalarıdır.¹⁸⁵

2) Radyoaktif İzotop Yöntemi

Bu yöntemin temelinde, diş sert dokusu ile restorasyon materyali arasından geçen radyoizotopların otoradyografi ile saptanması yatmaktadır.¹⁸⁶ Bu yöntem, boya penetrasyon yönteminden sonra en sık kullanılan yöntemdir. Öte yandan, restoratif materyale veya diş dokusuna afinitesi olabilen kalsiyum gibi izotopların kullanılması otoradyografi üzerinde yanıltıcı bir dağılıma neden olabilir.¹⁸³ Mikrosızıntı derecelerinin belirlenmesinde, boya yönteminden daha hassas olmasına rağmen diffüze olan sıvıların kimyasal aktivitesi ve iyonik etkileşimi, mikrosızıntı miktarını etkileyebilir ve farklı izotopların kullanımı, restorasyonlarda değişik sızıntı dereceleri gösterebilir.¹⁸⁶

3) Hava Basıncı Yöntemi

Bu yöntemde, kök kanalı ve pulpa odası boyunca basınçlı hava verilerek statik bir sistem içinde kaybolan basınç ölçülür. Suyu gömülmüş restorasyon materyalinin kenarından hava kabarcıkları çıkışının mikroskopik olarak gözlenmesi, kenar bütünlüğü hakkında bilgi verir. Basınçlı hava yönteminin diş dokusu üzerine herhangi bir zararlı etkisi yoktur. Fakat bu yöntem ile, sızıntının gerçek boyutları hakkında detaylı bilgi edinilemez. Hava basıncı testleri restorasyonun tüm kenarları boyunca sızıntı olduğu fikrini verebilir ve bu durum klinik görüntüyü tam olarak yansıtmaktan uzaktır.¹⁸⁷

4) Kimyasal İşaretleyiciler Yöntemi

Bu yöntemde iki renksiz bileşik kullanılarak, gümüş tuzları gibi opak bir çökelti elde edilir. Kullanılan her iki kimyasal ajanın da penetre olabilme yeteneğine sahip olması gerekir. Sadece küçük moleküllü olanların penetrasyonu ile görüntü elde edilmesi, dolayısıyla mikrosızıntının belirlenmesi olanaksızdır.¹⁸³

5) Bakteriyel Çalışma Yöntemi

Bakteriyel sızıntı çalışmaları, laboratuvar koşullarında çürük benzeri lezyonların, diş sert dokusu ile restorasyon arasındaki yüzeyde bakteriyel kolonizasyon yapabilme yeteneklerinin gözlenmesi temeline dayanır. Bu yöntemde mikrosızıntı kantitatif olarak değil, kalitatif olarak tespit edilir. Bakterilerin, bakteri ürün ve toksinlerinin sızabilmesi için kenar aralığı, 0.5-10 µm veya daha fazla olmalıdır. Daha küçük aralıkların belirlenmesi bu yöntemle imkansızdır. Fakat bakteriyel yöntemlerle tespit edilemeyecek kadar küçük aralıkların, bakteri ürün ve toksinlerinin geçişine izin vermeyeceği için klinik açıdan pek bir önemi de yoktur.¹⁸³

6) Elektrokimyasal Yöntem

Bu yöntemde çekilmiş diş köküne bir elektrot yerleştirilerek, restorasyon ile iletişim sağlanır. Restore edilen diş elektrolit banyosuna batırılır. Diş ile banyo arasına potansiyel enerji uygulanır ve rezistanstan geçen akım ölçülerek mikrosızıntı değerlendirilir.¹⁸³

7) Tarama Mikroskop Analiz Yöntemi

Mikrosızıntı belirleme yöntemlerinden elde edilen sonuçlar, kavite kenarlarının mikroskopik analizleri ile desteklenmektedir. Bu yöntem ile restorasyonun kenar uyumu görüntülenebilir.¹⁸⁸

8) Nötron Aktivasyon Analiz Yöntemi

Douglas ve ark.¹⁸⁹ çekilmiş dişleri nükleer bir reaktörün merkezine yerleştirerek, nötron bombardımanı uygulamış, diş tarafından yayılan radyasyon ile işaretleyicinin miktarını ölçerek, sızıntı derecesi hakkında fikir sahibi olmuşlardır.¹⁸⁹ Ancak bu yöntem, mikrosızıntının lokalizasyonu hakkında bilgi vermez. Bu yöntemin dezavantajı pahalı ve karmaşık bir yöntem olması ve

duyarlılık gerektirmesidir. Bu sebeple, bu yöntemin mikrosızıntı çalışmalarında kullanımı zordur.¹⁸⁸

Son zamanlardaki pek çok sızıntı çalışması termal siklus uygulamalarını da kapsamaktadır. Bu işlem, oral kavitede meydana gelen ısı değişimlerine uygun olarak, in vitro koşullarda restorasyon ve dişin belirli derecelerde yüksek ve düşük ısılara maruz bırakılmasıdır. Diş dokusu ve restoratif materyalin termal ekspansiyon katsayıları arasındaki farklılıkların kenar sızıntısına neden olduğu vurgulanmıştır.¹⁸⁴ Çalışmalarda kullanılan ısılar 0°C-68°C arasındadır. Bu araştırmalarda, yazarlar tarafından in vivo çalışmalarla belirlenen, sıcak-soğuk içeceklerin içilmesi sırasında diş yüzeyinde oluşan ısı ölçümleri temel alınmıştır.¹⁸⁴ En çok tercih edilen maksimum ve minimum ısıların 5-55°C arasında olduğu bildirilmiştir.¹⁹⁰ Modellerin soğuk ve sıcak solusyonlarda bekletilmesi için kullanılan süreler 10 sn, 15 sn, 30 sn, 60 sn, 120 sn değerleri arasında değişmektedir. Bununla birlikte daha kısa bekletme sürelerinin kullanılmasının klinik olarak daha gerçekçi olduğunu belirtilmiştir.¹⁹¹ Araştırmalarda tercih edilen siklus sayısı ise 1-1000000 arasında değişmektedir.¹⁹²

Türkün ve Ergücü,¹⁹⁰ 1997 ve 2002 yılları arasında yayınlanmış 84 in vitro sızıntı çalışmasını değerlendirdikleri araştırmalarında yaşlandırma yöntemi olarak %79,3 oranında termal siklus yönteminin kullanıldığını, siklus sonrasında çalışmaların %86,8'inde dişlerin boya solüsyonlarında bekletildiğini ve bazik fuksinin %40,8 oranla en sık tercih edilen boya solüsyonu olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca yaşlandırma çalışmalarının sadece %20'sinde mekanik siklus tercih edildiği görülmüştür.¹⁹⁰

Ortodonti literatüründe mikrosızıntı çalışmaları genellikle örneklerin boya solusyonuna sokulmasından sonra alınan kesitlerin ışık mikroskobu altında incelenmesi ile yapılmıştır.^{135,181,182,193-197} Bu yöntemle yapılan bazı çalışmalarda^{182,193,195-197} subjektif değerlendirmenin dezavantaj oluşturmaması için boya emiliminin olduğu yerlerde dijital cetvel ile ölçüm yapılmış, bazılarında^{135,181} ise bu ölçümün de içinde yer aldığı bir skrolama sistemi uygulanmıştır. Koraşlı ve ark.¹⁹⁸ değerlendirmede özelliğin ortadan kaldırılması

Uysal ve ark.'nın¹⁸² etch-rinse ve Transbond Plus SEP adeziv sistemlerini, metal ve seramik braketlerde mikrosızıntı açısından değerlendirdikleri çalışmalarında asidik primer grubu etch-rinse gurubuna göre diş-adeziv arayüzünde daha fazla mikrosızıntı oluşturmuştur. Bu sonuca göre, SEP gruplarında bağlanma gücünün daha az ve/veya beyaz lezyonun daha fazla olabileceği yorumu yapılmıştır. Ramoğlu ve ark.¹⁹⁵ etch-rinse ve RGCİA sistemlerini, metal ve seramik braketlerde mikrosızıntı açısından değerlendirdikleri çalışmalarında RGCİA gurubunun etch-rinse gurubuna göre diş-adeziv arayüzünde daha fazla mikrosızıntı oluşturduğu gözlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

Bu deneysel tez çalışmasında Başkent Üniversitesi Ağız, Diş ve Çene Hastalıkları Cerrahisi Anabilim Dalında ortodontik amaçla çekimi yapılmış olan 130 adet insan küçük azısı kullanılmıştır. Çekimleri yapılan dişler deneyler başlatılıncaya kadar haftada bir kez yenilenen distile suda oda sıcaklığında bekletilmiştir. Toplanan dişlerin ışık altında incelenmesi sonucunda üzerinde dolgu, çürük, çatlak veya davye tahribatı olan dişler çalışmaya dahil edilmemiştir. Tüm dişlerin bukkal ve palatinal yüzeyleri yavaş hızda çalışan hava soğutmalı mikromotor kullanılarak pomza ile 10 sn süresince temizlenmiştir. Bu in vitro çalışmada braket altı ve çevresinde oluşabilecek kalsiyum kaybı ve mikrosızıntı miktarlarının kantitatif değerlendirmesinin yapılması amaçlanmıştır.

Çalışma 2 ana bölümden oluşmaktadır:

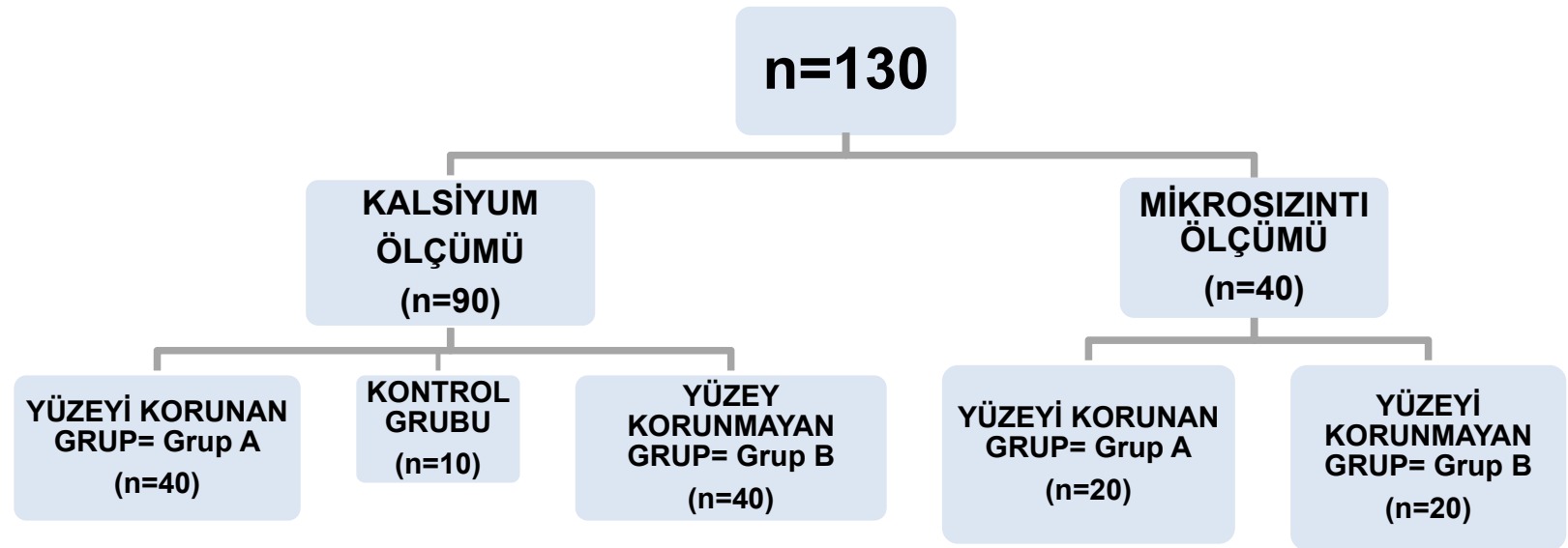
3.1. Kantitatif Kalsiyum Kaybı Değerlendirmesi

Toplanan 130 adet küçük azıdan rastgele seçilen 90 tanesi kantitatif kalsiyum kaybı değerlendirmesi için kullanılmıştır. Braketin yapıştığı yüzey çevresinin kullanılacak adezyon işlemlerinden korunup korunmamasına bağlı olarak 2 eşit gruba ayrılan bu dişler uygulanan adeziv sistemine göre kendi içerisinde de 4 alt gruba (n=10) ayrılmıştır. Bunların dışında, deney süresince pomzalama dışında yüzeye hiç bir işlem uygulanmayacak bir kontrol grubu (n=10) bulunmaktadır. Çalışmamızda oluşturulan tüm grupların dağılımı Tablo 3.1'de gösterilmektedir.

3.1.1. Grup A

Braket Çevresindeki Mine Yüzeyinin Adeziv Sistemlerden Korunduğu Grup

Uygulanan adeziv sisteme göre ayrılan bu gruplarda 40 adet küçük azının (n=10) kök uçları eritilmiş mum ile örtülmüştür. Braketlerin yerleşeceği



Grup 3 (n=10)
urula

Grup 4 (n=10)

Grup 3 (n=10)

Grup 4 (n=10)

Grup 3 (n=5)

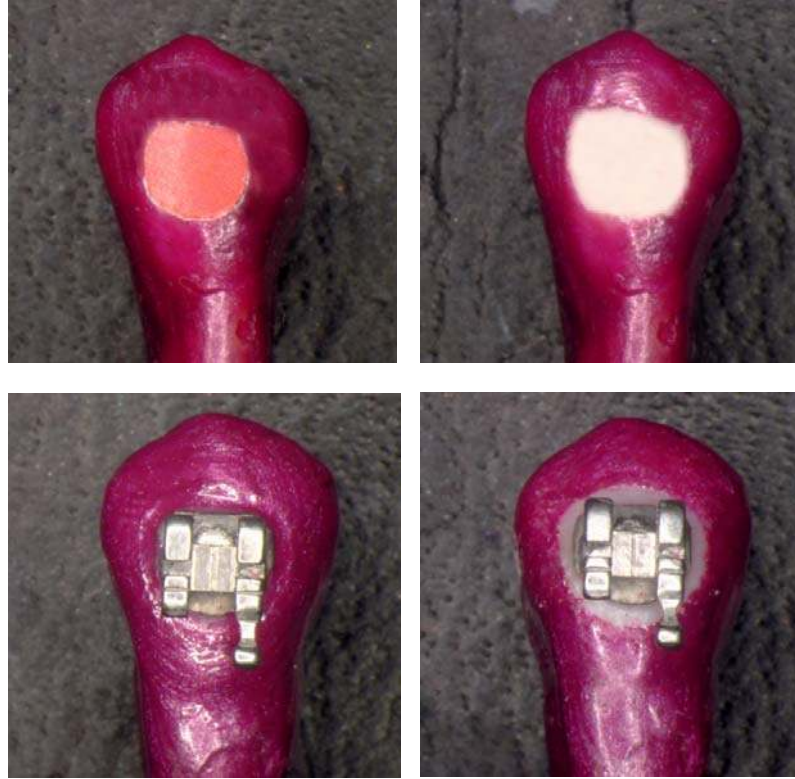
Grup 4 (n=5)

Grup 3 (n=5)

Grup 4 (n=5)

Grup 1: Clearfil Protect Bond, **Grup 2:** Fuji OrthoLC, **Grup 3:** Transbond PLUS SEP ve **Grup 4:** H₃PO₄ + Transbond XT

bukkal yüze braketli taklit eden etiketler yapıştırılmıştır. Etiketlerin hazırlanması için çalışmada kullanılacak braket, tarayıcıda (Xerox BC 12, El Segundo, California) taratılmış ve bilgisayar programında (Corel Draw 12, Ottawa, Canada) braket kaidesi sınırları çizilerek etiketler tasarlanmıştır. Etiketlerin yapıştırılmasının ardından, tüm diş yüzeyine asite dirençli vernik (oje) iki kat sürülmüştür. Asite dirençli verniğin kurumasının ardından etiketler diş yüzeyinden uzaklaştırılmış ve yapışkan kalıntılar etil alkollü pamuk yardımı ile temizlenerek braket çevresinde bulunan mine yüzeyinin adeziv sistem uygulama aşamalarından korunması sağlanmıştır. Bu ana grupta braketlemelerin ardından braket kaidesinden 1 mm uzaklıktaki asite dirençli vernik tabakası ucu keskin olmayan spatül yardımı ile kazınmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Yüzeyin korunduğu grubun (grup A) braketlemeye hazırlanması ve braketlenmesi. **A**, Etiketlerin yapıştırılması; **B**, Etiketlerin çıkartılması; **C**, Braketlemenin yapılması; **D**, Braket etrafından 1mm verniğin uzaklaştırılması.

Bu protokol içerisinde oluşturulan gruplar aşağıda açıklanmaktadır:

Grup 1: Clearfil Protect Bond (Kuraray, Osaka, Japan) + Transbond XT Light-Cure Adeziv Grubu

Üretici firmanın önerilerine göre aşağıda anlatıldığı gibi uygulanmıştır;

1. Yıkayıp, hava ile kurutulan dişler üzerine primer fırça yardımı ile uygulanmıştır. Yirmi saniye beklemenin ardından yüzey yıkanmadan hava ile kurutulmuştur.
2. Bond fırça ile yüzeye sürülmüş ve hava spreyi hafif şekilde sıkılarak bondun yüzeye yayılması sağlanmıştır. Işık kaynağı 10 sn yüzeye dik şekilde tutulmuştur.
3. Kaidesine Transbond XT adeziv konulan braket dişin uzun eksenine paralel, bukkal yüzde orta üçlüye ve mezyodistal yönde ortaya gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Braket diş yüzeyine bastırıldıktan sonra kalan rezin artıkları sond yardımı ile temizlenmiştir.
4. Mezyal ve distalden 10'ar sn halojen ışık kaynağı (**Blue Swan, Dentanet, İstanbul, Turkey**) ile polimerize edilmiştir.

Grup 2: GC ORTHO Conditioner (GC Corporation, Tokyo, Japan) + Fuji ORTHO LC Kapsül (GC Corporation)

Üretici firmanın önerilerine göre yapılan uygulamalar şöyledir;

1. Yıkayıp nemli bırakılan mine yüzeyine GC ORTHO Conditioner fırça yardımı ile uygulanmıştır. Yirmi saniye sonunda yüzey yıkanmış ve nemli bırakılmıştır.
2. Kapsül içerisindeki malzemenin aktivasyonu 4000 rpm (revolutions per minute) olan amalgamatörde (**Dentomat compact** amalgamator; **Dentomat, Guarulas, Brazil**) 10 sn süresince yapılmıştır.
3. Aktive edilen adeziv braket tabanına özel kapsül tutacağı ile uygulanmıştır. Braket dişin uzun eksenine paralel, bukkal yüzde orta üçlüye ve mezyodistal

yönde ortaya gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Braket diş yüzeyine bastırıldıktan sonra kalan rezin artıkları sond yardımı ile temizlenmiştir.

4. Mezyal, distal, okluzal ve gingival olmak üzere her yönden 10 sn süresince ışıkla polimerize edilmiştir.

Grup 3: Transbond Plus Self-Etching Primer (3M Unitek, Monrovia, Calif) + Transbond XT Light-Cure Adeziv

Yukarıdaki grupla aynı adezivin kullandığı bu grupta etch-rinse uygulaması yerine SEP kullanılmıştır. Asitleme, yıkama, kurutma aşamalarını tek basamakta birleştiren bu sistemde braketlerin yapıştırılması aşaması üretici firmanın önerilerine göre aşağıdaki gibi uygulanmıştır;

1. Yıkayıp, kurutulmuş dişlerin vestibülüne 3 sn süresince bastırarak, dairesel hareketle Transbond Plus SEP uygulanmıştır. Primerin aktive edilme aşamaları şöyledir; en dıştaki hazne parmakların arasında ezilir. Böylece birinci haznedeki solüsyon, ikinci hazneye geçer ve iki solüsyon karışır. Birinci hazne, ikinci haznenin başladığı yerden ikinci haznenin üzerine katlanır ve ikisi üst üste sıkılır. Böylece birinciyle karışmış olan ikinci solüsyon, aplikatörün olduğu üçüncü hazneye geçer ve aplikatörün ucunu ıslatır.
2. Her diştten sonra aplikatör tekrar haznesine sokulup ıslatılmıştır. Beş dişte bir yeni paket aktive edilip, kullanılmıştır.
3. SEP'in yüzeye sürülmesinden sonra 1-2 sn nazıkçe yüzeye hava sıkılmıştır.
4. Kaidesine adeziv konulan braket dişin uzun eksenine paralel, bukkal yüzde orta üçlüye ve mezyodistal yönde ortaya gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Braket diş yüzeyine bastırıldıktan sonra kalan rezin artıkları sond yardımı ile temizlenmiştir.
5. Meziyal ve distal yönden 10'ar sn ışıkla polimerize edilmiştir.

Grup 4: %37 Fosforik Asit (3M Dental Products, St Paul, Minn) + Transbond XT Primer (3M/Unitek) + Transbond XT Light-Cure Adeziv (3M/Unitek)

Işıklı polimerize olan Transbond XT adezivin etch-rinse şeklinde kullanılmasında üretici firmanın önerilerine göre aşağıdaki uygulamalar yapılmıştır;

1. Yıkayıp, kurutulmuş dişlerin bukkal yüzlerine jel halindeki asit uygulanmıştır. On beş saniye beklenmiş ve hava-su spreyi ile yüzey yıkayıp kurutulmuştur.
2. Tebeşirimsi görüntüdeki diş minesini üzerine primer fırça yardımı ile uygulanmıştır.
3. Kaidesine adeziv konulan metal braket (Gemini 0.018"x0.022" slotlu, 3M Unitek, Monrovia, Calif) dişin uzun eksenine paralel, bukkal yüzde orta üçlüye ve mezyodistal yönde ortaya gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Braket diş yüzeyine bastırıldıktan sonra kalan rezin artıkları sond yardımı ile temizlenerek, mezial ve distal yönden 10' ar sn polimerize edilmiştir.

Uygulanan adeziv sistemler Şekil 3.2' de gösterilmektedir.

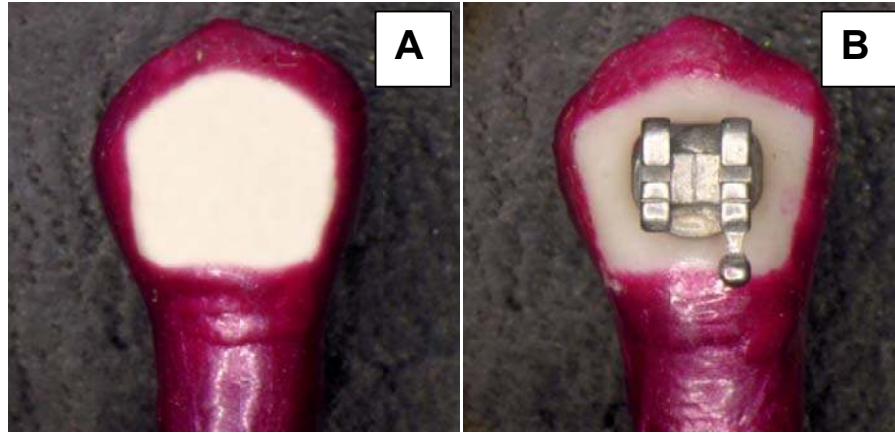


Şekil 3.2. Çalışmada uygulanan adeziv sistemleri: **A**, Clearfil Protect Bond SEP; **B**, Fuji ORTHO LC Kapsül; **C**, Transbond Plus SEP; **D**, Transbond XT Light-Cure Adeziv.

3.1.2. Grup B

Braket Çevresindeki Mine Yüzeyinin Adeziv Sistemlerden Korunmadığı Grup

Grup A'da olduğu gibi 40 adet küçük azının kök uçları eritilmiş mum ile örtülmüştür. Klinikte uygulanan braketleme şartlarını taklit edecek şekilde adeziv sistemlerinin uygulanabilmesi için braketler etrafından 2 mm uzakta kalan tüm alanlara iki kat asite dirençli vernik sürülmüş daha sonra braketlemeler yapılmıştır (Şekil 3.3). Uygulanan adeziv sistemlere göre düzenlenen alt gruplar (n=10) yüzeyin korunduğu gruplar ile aynıdır.



Şekil 3.3. Yüzeyin korunmadığı grubun (grup B) braketlenmeye hazırlanması ve braketlenmesi. **A**, Verniğin bukkal yüzeyi açıkta bırakacak şekilde diğer yüzeylere uygulanması; **B**, Braketlemenin yapılması.

Braketlenen tüm dişler 1 hafta süresince distile suda oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bu süre içerisinde distile su 2 günde bir yenilenmiştir. Örneklere 5-55±2°C'de, bekleme süresi 15 sn ve transfer zamanı 10 sn olacak şekilde 1000 kez termal siklus (Nüve Sanayi Malzemeleri, Ankara, Türkiye) uygulanmıştır (Şekil 3.4). Termal siklus uygulaması Ankara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protez Anabilim Dalı, Eğitim ve Araştırma Laboratuvarı'nda yapılmıştır.



Şekil 3.4. Örneklerin sıcaklık değişimine uğratıldığı termal siklus cihazı.

Asite dirençli vernik alanı dışında kalan tüm mine yüzeyleri üzerinde deminerilizasyon oluşturulabilmesi için dişler, önce günde 6 saat deminerilizasyon solusyonunda (2 mmol/L kalsiyum, 2 mmol/L fosfat ve 75 mmol/L asetat pH=4,3) bekletilmiştir ve bu sürenin sonunda distile su ile yıkanmıştır. Daha sonra tüm örnekler 17 saat reminerilizasyon solusyonunda (1,5 mmol/L kalsiyum, 0,9 mmol/L fosfat, 150 mmol/L potasyum klorid (KCl) ve 0,1 mol/L tris tamponu pH=7) bırakılmıştır. Bu siklus solüsyonların her gün yenilenmesi ile 14 gün devam etmiştir. Siklus tüm alt gruplar birbirinden ayrılacak şekilde cam kaplar içerisinde siklus gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.5). pH-siklus içerisinde yer alan solüsyonlar Başkent Üniversitesi Biyokimya Anabilim Dalı tarafından yapılmıştır.

Tüm örneklerin kronları kökleri dışarıda kalacak şekilde 1 cm × 2 cm x 1 cm boyutlarında olan akrilik rezin (**Steady-Resin; Scheu-Dental**, Iserlohn, Germany) bloklar içerisine gömülmüş ve polimerizasyonun tamamlanması

beklenmiştir. Polimerizasyondan sonra örnekler distile su içerisinde oda sıcaklığında 1 gün muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.5. Cam kaplar içerisinde örneklere pH-siklusunun uygulanması.

Örneklerden kesit alınmadan önce akrilik blokların dışında kalan dişlerin kök kısımları sement-mine sınırının 3-4 mm apikalinden hızlı devirde su ile çalışan aerotor kullanılarak elmas frez yardımı ile kesilmiştir. Su ile 250 rpm hızda çalışan yüksek devirli hassas kesme cihazında (Metkon, Bursa, Türkiye) bukkolingual yönde braketlerin ortasından geçecek şekilde her örnekten 2 adet kesit alınmıştır (Şekil 3.6). Kesit alma uygulaması Ankara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protez Anabilim Dalı, Eğitim ve Araştırma Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Kesitlerin alınmasından sonra örnekler, kapalı kutular içerisinde ıslak kağıtların yerleştirilmesiyle oluşturulan nemli ortamda 1 hafta muhafaza edilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.6. Örneklerden kesit alınmasında kullanılan hassas kesme cihazı.



Şekil 3.7. Örneklerin nemli ortamda bekletildiği kapalı kutular.

Her bir dişin rastgele alınan bir yarım parçasında kalsiyum elementinin kantitatif ölçümü yapılmıştır. Ölçümler taramalı elektron mikroskop (SEM, Zeiss EVO 50 EP, Münster, Germany) ile beraber çalışan enerji dağıtıcı x-ışını spektroskopisi (EDS, Bruker-Axs Xflash 3001, Karlsruhe, Germany) ile Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği, Taramalı Elektron Mikroskop ve Mikroanaliz Laboratuvarı'nda deneyimli operatör gözetiminde çalışmaya yapan araştırmacı tarafından (A.G.) yapılmıştır (Şekil 3.8.). Örnekler, cihaz üzerinde ayarlamaların standardize edilmesi ile incelenmiştir. Buna göre; örnekler düşük vakum altında 100 Pa (basınç birimi, 1milimetre kareye düşen 100 Newton kuvvet = 100 Pa) SEM ile incelenmiştir. EDS spektrumları 25 kV (gerilim birimi, 1kiloVolt =1000 Volt) ivmelendirici gerilim, 25 nA (akım birimi, 10^9 nanoAmper = 1 Amper) demet akımı ve x300 büyütmede 60-80 sn'lik ölçme sürelerinde edinilmiştir. Örneklerin elementel bileşim haritaları ve kimyasal değişim profilleri Berilyum (Be) filtreli SDD (Silicon Drift Detector) EDS ile elde edilmiştir. Kantitatif analiz sonuçları standartsız ZAF (atom numarası, absorpsiyon ve floresans) metodu kullanılarak hesaplanmıştır.



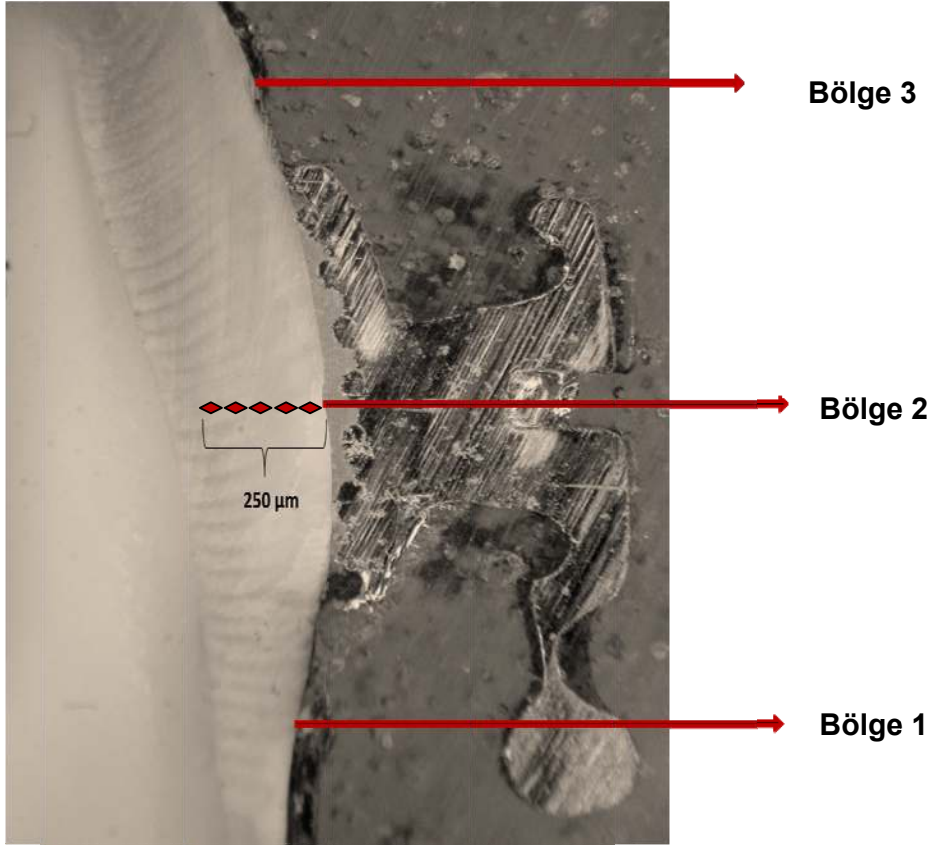
Şekil 3.8. Kantitatif kalsiyum ölçümü yapan SEM ile beraber çalışan EDS cihazı.

Ölçümler öncelikle mine yüzeyine dik şekilde en fazla 500 µm derinliğe kadar mine yüzeyinden başlayarak dentine doğru yapılmıştır. Ancak, dişlerin anatomik yapısından dolayı servikal bölgede yapılan ölçümlerde 500 µm kadar mine kalınlığı bulunamamıştır. Bu nedenle, ölçüm derinliğinde standardizasyonu sağlamak için tüm örneklerde 250 µm derinliğe kadar inceleme yapılmıştır. Bu teknikle kalsiyum elementinin kütsel yüzdesi hesaplanmıştır. Ölçümü yapılan bölge sayısı, 3'ü deneysel 2'si kontrol olacak şekilde 5 adettir. Kontrol grubuna ait bir ölçüm için diğer iki ölçümün ortalaması alınmıştır. Oluşturulan bu bölgelerin numaralandırılması aşağıda açıklanmıştır (Şekil 3.9). Buna göre;

1. Bölge 1, servikal bölgede braket kaidesinin sınırından 0,5 mm (500 µm) uzaklıkta bulunan alandır. Bu nokta yüzeyin korunduğu grupta (grup A) verniğin kazındığı alan içerisinde bulunmaktadır.
2. Bölge 2, braket kaidesinin altındaki alanın ortasıdır.
3. Bölge 3, okluzal bölgede braket kaidesinin sınırından 0,5 mm (500 µm) uzaklıkta bulunan alandır. Yine bu nokta yüzeyin korunduğu grupta (grup A) verniğin kazındığı alan içerisinde bulunmaktadır.
4. Kontrol 1, kontrol grubunda bulunan dişlerin servikalinde bölgeyi temsil etmektedir ve 1 No'lu ölçümün kontrolü olarak oluşturulmuştur.
5. Kontrol 2, kontrol grubunda bulunan bukkal yüzeyin orta üçlüsündeki bölgeyi temsil etmektedir ve kontrol 1 ve 3'deki ölçüm değerlerinin ortalamaları alınarak oluşturulmuştur.
6. Kontrol 3, kontrol grubunda bulunan dişlerin okluzalinde bölgeyi temsil etmektedir ve 3 No'lu ölçümün kontrolü olarak oluşturulmuştur.

3.2. Kantitatif Mikrosızıntı Değerlendirmesi

Toplanan 130 adet küçük azıdan rastgele seçilen 40 tanesi kantitatif mikrosızıntı değerlendirme için ayrılmıştır. Yüzeyin korunup korunmamasına bağlı olarak 2 ana gruba ayrılan dişler uygulanan adeziv sistemine göre kendi içerisinde 4 alt gruba (n=5) ayrılmıştır. Uygulanan adeziv sistemleri kantitatif kalsiyum kaybı değerlendirmesinde kullanılanlardır. Örnekler, kantitatif kalsiyum



Şekil 3.9. Adeziv sistemlerin uygulandığı gruplarda bölgelerin numaralandırılması;

Bölge 1= servikal, Bölge 2= braket altı, Bölge 3 =okluzal

kaybı değerlendirmesinde olduğu gibi hazırlanmış, termal ve pH siklusuna maruz bırakılmıştır.

Örnekler pH-siklusünden sonra iki günde bir yenilenen distile suda oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bir haftanın sonunda örnekler ayrı cam kaplarda % 0,5'lik bazik fuksin solüsyonu (Wako Pure Chemical Industry, Osaka, Japan) içerisinde 24 saat süresince bekletilerek bu süre sonunda akan musluğun altında suyun rengi değişmeyene kadar durulanmıştır. Kağıt mendil üzerinde kendi halinde kurumaya bırakılan örnekler daha sonra 1 cm × 2 cm x 1 cm

boyutlarında olan akril rezin içerisine gömülmüştür. Bundan sonra yine kantitatif kalsiyum kaybı değerlendirmesinde olduğu gibi su ile çalışan yüksek devirli hassas kesme cihazında bukkolingual yönde braketlerin ortasından geçecek şekilde her örnekten 2 adet kesit alınmıştır.

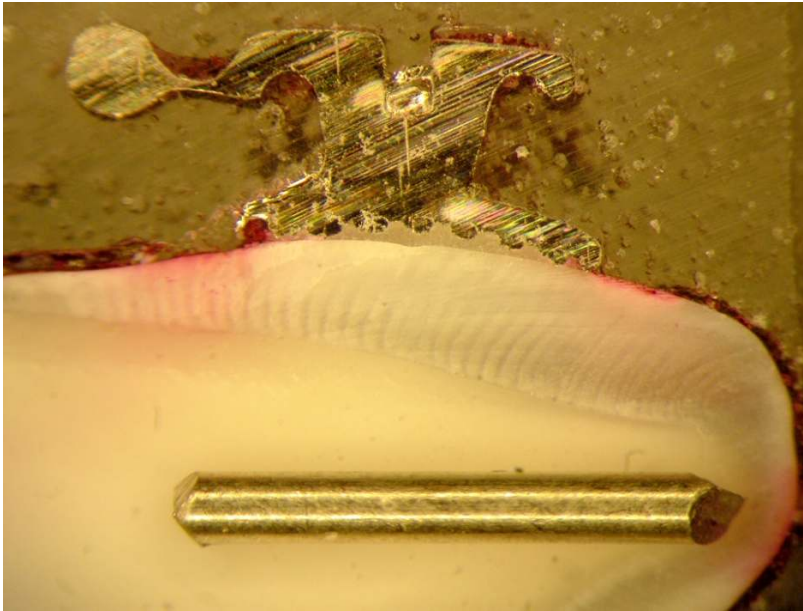
Her bir dişin iki yarım parçasında braket altından, braket çevresindeki servikal ve okluzal alanları içeren dijital fotoğraf görüntüleri ışık mikroskobu (Leica, Wetzlar, Germany) altında $\times 20$ magnifikasyonda alınmıştır (Şekil 3.10). Bu inceleme Ankara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protez Anabilim Dalı, Eğitim ve Araştırma Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Dijital fotoğraflar kişisel bilgisayarda imaj analiz bilgisayar programı (Scion Image for Windows, Version 4.0.2, Scion, Frederick, Md.) ile değerlendirilmiştir. Bu analiz programında mine üzerindeki renklenmelerin ölçümünde referans olarak 5 mm uzunluğunda paslanmaz çelik tel kullanılmıştır. Bunun için dijital görüntüler, kesitlerin bukkal yüzeyine paralel yerleştirilen tel ile beraber alınmıştır. Başlangıçta bu referans doğrusunun iki ucu arasındaki gerçek mesafe programa tanıtılmış daha sonra mikrosızıntı alanları işaretlenip bu referansa göre ölçümler yapılmıştır. Ölçüm yerleri ve adlandırılmaları ise şöyledir;

1. Bölge 1, braket komşuluğundaki servikal bölgedir.
2. Bölge 2, braket altında mine bölgesidir.
3. Bölge 3, braket komşuluğundaki okluzal bölgedir.

Mikrosızıntı değerlendirmesinde incelenen örneklerden birinin dijital görüntüsü Şekil 3.11'de gösterilmektedir.



Şekil 3.10. Mikrosızıntı değerdendirmesi için kullanılan ışık mikroskobu.



Şekil 3.11. Mikrosızıntı değerdendirmesi için alınan kesitlerden birinin görüntüsü.

3.3. İstatistiksel Değerlendirme

Verilerin analizi SPSS 11,5 (SPSS Inc, Chicago, IL, ABD) istatistik paket programında yapılmıştır. Sürekli değişkenlerin dağılımının normale yakın olup olmadığı Shapiro Wilk testi ile varyansların homojenliği ise Levene testi ile araştırıldı. Tanımlayıcı istatistikler tüm kalsiyum, okluzal ve braket altındaki mikrosızıntı için ortanca (minimum-maksimum) şeklinde, servikaldeki mikrosızıntı ise ortalama $\pm$ standart sapma olarak gösterilmiştir.

Yüzey hazırlama şekilleri arasında ortalamalar yönünden farkın önemliliği Student's t testi ile ortanca değerleri yönünden anlamlı farkın olup olmadığı ise Mann Whitney U testi ile incelenmiştir. Adeziv sistemler arasında ortalamalar yönünden farkın önemliliği Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) ile ortanca değerler yönünden anlamlı farkın olup olmadığı ise Kruskal Wallis testi ile incelendi. Tek Yönlü Varyans analizi veya Kruskal Wallis testi ile analiz edilmiştir. sonucunun önemli bulunması halinde anlamlı farka neden olan grupları belirlemek amacıyla post hoc Tukey veya parametrik olmayan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

Grup içi karşılaştırmalarda ise Friedman testinden yararlanılmıştır. Friedman test istatistiği sonucunun önemli bulunması halinde anlamlı farka neden olan bölgeleri belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaret testi kullanılmıştır.

$p < 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Olası tüm çoklu karşılaştırma testlerinde Tip I hatayı kontrol altına alabilmek için Bonferroni Düzeltmesine başvurulmuştur.

4. BULGULAR

4.1. Kantitatif Kalsiyum Kaybı Değerlendirilmesi Bulguları

4.1.1. Yüzey Hazırlığı Şekli ve Adeziv Sistemlere Göre Bölgeler ve Kontrolleri Arasında Kalsiyum Miktarındaki Farklılıkların İncelenmesi (Tablo 4.1)

Braketlerin yapıştırılmasından önce uygulanan yüzey hazırlığı şeklinin ve kullanılan adeziv sisteminin bölgeler ve kontrol bölgeleri ile karşılaştırılmasında kalsiyum miktarı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p<0,002$).

4.1.2. Yüzey Hazırlığı Şekli ve Bölgelere Göre Adeziv Sistemler Arasında Kalsiyum Miktarındaki Farklılıkların İncelenmesi (Tablo 4.2)

Yüzeyin korunmadığı gruplarda (Grup B) braket altında Grup 2 (Fuji Ortho LC) ve Grup 4 (Transbond XT)'ün kalsiyum miktarı Grup 1 (Clearfil Protect Bond) ve Grup 3 (Transbond Plus SEP)'e göre anlamlı düzeyde az bulunmuştur ($p<0,001$).

4.1.3. Yüzey Hazırlığı Şekli ve Adeziv Sistemlere Göre Bölgeler Arasında Kalsiyum Miktarındaki Farklılıkların İncelenmesi (Tablo 4.3)

Grup 1 (Clearfil Protect Bond)'de yüzeyin korunduğu ve korunmadığı gruplarda kalsiyum miktarı açısından bölgeler arası farklılıklar anlamlı bulunmuştur. Yüzeyin korunduğu (Grup A) Grup 1'de servikaldeki kalsiyum miktarı okluzaldekenden anlamlı düzeyde az bulunmuştur ($p=0,002$). Yüzeyin korunmadığı Grup 1'de braket altındaki kalsiyum miktarı okluzaldekenden anlamlı düzeyde az bulunmuştur ($p<0,001$).

Grup 2 (Fuji Ortho LC)'de yüzeyin korunduğu ve korunmadığı gruplarda kalsiyum miktarı açısından bölgeler arası farklılıklar anlamlı bulunmuştur. Yüzeyin korunduğu Grup 2'de braket altındaki kalsiyum miktarı servikaldekenden anlamlı miktarda az bulunmuştur ($p=0,006$). Yüzeyin korunmadığı Grup 2 (Fuji Ortho LC)'de braket altındaki kalsiyum miktarı okluzaldekenden anlamlı düzeyde az bulunmuştur ($p=0,002$).

Tablo 4.1. Yüzey hazırlığı şekli ve adeziv sistemlere göre bölgeler ve kontrolleri arasında kalsiyum miktarındaki farklılıkların istatistiksel olarak incelenmesi.

(min-max: minimum ve maksimum değerler)

a Clearfil'de bölgelerle kontrolleri arasındaki karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,002$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).

b Fuji'de bölgelerle kontrolleri arasındaki karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,002$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).

c SE'de bölgelerle kontrolleri arasındaki karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,002$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).

d XT'de bölgelerle kontrolleri arasındaki karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,002$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).

Yüzey Hazırlama Şekli	Bölgeler	Kontrol ortanca (min.-maks.)	Grup 1 (Clearfil) ortanca (min.-maks.)	p^a	Grup 2 (Fuji) ortanca (min.-maks.)	p^b	Grup 3 (Transbond Plus) ortanca (min.-maks.)	p^c	Grup 4 (Transbond XT) ortanca (min.-maks.)	p^d
Grup A (Yüzey Korunan)	Bölge 1 (Servikal)	44,61 (43,36-45,86)	40,45 (36,40-42,90)	0,005	43,49 (40,48-71,64)	0,799	41,48 (38,72-43,13)	0,005	40,39 (37,90-45,04)	0,022
	Bölge 2 (Braket altı)	44,71 (44,27-45,80)	40,19 (35,43-41,67)	0,005	40,60 (37,48-42,33)	0,005	40,69 (38,41-43,52)	0,005	38,76 (37,12-41,32)	0,005
	Bölge 3 (Okluzal)	44,95 (44,36-46,33)	42,62 (38,96-44,66)	0,005	42,63 (36,92-47,59)	0,047	42,13 (40,48-88,82)	0,074	40,11 (38,33-71,88)	0,386
Grup B (Yüzey Korunmayan)	Bölge 1 (Servikal)	44,61 (43,36-45,86)	45,18 (42,28-45,76)	0,959	42,01 (38,53-45,91)	0,028	43,35 (31,48-46,31)	0,074	43,06 (39,65-44,52)	0,007
	Bölge 2 (Braket altı)	44,71 (44,27-45,80)	43,29 (40,70-45,18)	0,013	39,81 (36,43-41,37)	0,005	43,87 (40,31-47,45)	0,093	40,72 (35,85-69,11)	0,074
	Bölge 3 (Okluzal)	44,95 (44,36-46,33)	45,16 (43,26-46,66)	0,959	43,17 (38,36-45,31)	0,007	43,49 (35,35-46,90)	0,114	40,05 (41,40-70,91)	0,074

Tablo 4.2. Yüzey hazırlığı şekli ve bölgelere göre adeziv sistemler arasında kalsiyum miktarındaki farklılıkların istatistiksel olarak incelenmesi.

(min-max: minimum ve maksimum değerler)

a Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,008$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

b Clearfil ile Fuji arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,001$).

c Clearfil ile XT arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p = 0,002$).

d Fuji ile SE arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,001$).

e SE ile XT arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,001$).

Yüzey Hazırlama Şekli	Bölgeler	Grup 1 (Clearfil) ortanca (min.-maks.)	Grup 2 (Fuji) ortanca (min.-maks.)	Grup 3 (Transbond Plus) ortanca (min.-maks.)	Grup 4 (Transbond XT) ortanca (min.-maks.)	p ^a
Grup A (Yüzey Korunan)	Bölge 1 (Servikal)	40,45 (36,40-42,90)	43,49 (40,48-71,64)	41,48 (38,72-43,13)	40,39 (37,90-45,04)	0,028
	Bölge 2 (Braket altı)	40,19 (35,43-41,67)	40,60 (37,48-42,33)	40,69 (38,41-43,52)	38,76 (37,12-41,32)	0,237
	Bölge 3 (Okluzal)	42,62 (38,96-44,66)	42,63 (36,92-47,59)	42,13 (40,48-88,82)	40,11 (38,33-71,88)	0,517
Grup B (Yüzey Korunmayan)	Bölge 1 (Servikal)	45,18 (42,28-45,76)	42,01 (38,53-45,91)	43,35 (31,48-46,31)	43,06 (39,65-44,52)	0,073
	Bölge 2 (Braket altı)	43,29 (40,70-45,18) ^{b,c}	39,81 (36,43-41,37) ^{b,d}	43,87 (40,31-47,45) ^{d,e}	40,72 (35,85-69,11) ^{c,e}	<0,001
	Bölge 3 (Okluzal)	45,16 (43,26-46,66)	43,17 (38,36-45,31)	43,49 (35,35-46,90)	40,05 (41,40-70,91)	0,036

Grup 3 (Transbond Plus SEP)'de yüzeyin korunduğu ve korunmadığı gruplar içerisinde kalsiyum miktarında bölgeler arası farklılıklar anlamlı bulunmamıştır.

Grup 4 (Transbond XT)'de yüzeyin korunduğu ve korunmadığı gruplar içerisinde kalsiyum miktarında bölgeler arası farklılıklar anlamlı bulunmuştur. Yüzeyin korunduğu Grup 4'de braket altındaki kalsiyum miktarı servikaldekinden anlamlı düzeyde az bulunmuştur ($p=0,002$). Yüzeyin korunmadığı Grup 4'de okluzaldeki kalsiyum miktarı braket altındakinden anlamlı düzeyde az bulunmuştur ($p<0,001$).

4.1.4. Bölgeler ve Adeziv Sistemlere Göre Yüzey Hazırlama Şekilleri Arasında Kalsiyum Miktarındaki Farklılıkların İncelenmesi (Tablo 4.4)

Grup 1 (Clearfil Protect Bond)'de tüm bölgeler için (servikal, okluzal, braket altı) yüzeyin korunduğu gruplarda yüzeyin korunmadığı gruplara göre kalsiyum miktarı anlamlı derecede az bulunmuştur ($p<0,001$).

Grup 2 (Fuji Ortho LC) ve Grup 4 (Transbond XT)'de tüm bölgelerde yüzey hazırlama şekilleri gözönüne alındığında kalsiyum miktarında anlamlı fark bulunmamıştır.

Grup 3 (Transbond Plus SEP)'de sadece braket altı için yüzeyin korunduğu grupta yüzeyin korunmadığı gruba göre kalsiyum miktarı anlamlı derecede az bulunmuştur ($p= 0,004$).

Kantitatif kalsiyum değerlendirmesinde oluşturulan grupların kalsiyum miktarlarının ortanca değerleri Şekil 4.1'de gösterilmektedir. Yüzeyin korunduğu Transbond Plus SEP grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü ve enerji dağılım spektrumu Şekil 4.2'de verilmektedir. İncelenen örneklerden bazılarının SEM görüntüleri ve elementel bileşim haritaları Şekil 4.3'de gösterilmektedir.

Tablo 4.3. Yüzey hazırlığı şekli ve adeziv sistemlere göre bölgeler arasında kalsiyum miktarındaki farklılıkların istatistiksel olarak incelenmesi.
(min-max: minimum ve maksimum değerler)

a Clearfil'de işlemlere göre bölgeler arasındaki karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,006$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).

b Fuji'de işlemlere göre bölgeler arasındaki karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,006$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).

c SE'de işlemlere göre bölgeler arasındaki karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,006$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).

d XT'de işlemlere göre bölgeler arasındaki karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,006$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).

e Bölge 1 ile Bölge 3 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,006$).

f Bölge 2 ile Bölge 3 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,006$).

g Bölge 1 ile Bölge 2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,006$).

Yüzey Hazırlama Şekli	Bölgeler	Grup 1 (Clearfil) ortanca (min.-maks.)	p^a	Grup 2 (Fuji) ortanca (min.-maks.)	p^b	Grup 3 (Transbond Plus) ortanca (min.-maks.)	p^c	Grup 4 (Transbond XT) ortanca (min.-maks.)	p^d
Grup A (Yüzey Korunan)	Bölge 1 (Servikal)	40,45 (36,40-42,90) ^e	0,002	43,49 (40,48-71,64) ^g	0,006	41,48 (38,72-43,13)	0,150	40,39 (37,90-45,04) ^g	0,002
	Bölge 2 (Braket altı)	40,19 (35,43-41,67)		40,60 (37,48-42,33) ^g		40,69 (38,41-43,52)		38,76 (37,12-41,32) ^g	
	Bölge 3 (Okluzal)	42,62 (38,96-44,66) ^e		42,63 (36,92-47,59)		42,13 (40,48-88,82)		40,11 (38,33-71,88)	
Grup B (Yüzey Korunmayan)	Bölge 1 (Servikal)	45,18 (42,28-45,76)	<0,001	42,01 (38,53-45,91)	0,002	43,35 (31,48-46,31)	0,741	43,06 (39,65-44,52)	<0,001
	Bölge 2 (Braket altı)	43,29 (40,70-45,18) ^f		39,81 (36,43-41,37) ^f		43,87 (40,31-47,45)		40,72 (35,85-69,11) ^f	
	Bölge 3 (Okluzal)	45,16 (43,26-46,66) ^f		43,17 (38,36-45,31) ^f		43,49 (35,35-46,90)		40,05 (41,40-70,91) ^f	

Tablo 4.4. Bölgeler ve adeziv sistemlere göre yüzey hazırlama şekilleri arasında kalsiyum miktarındaki farklılıkların istatistiksel olarak incelenmesi.
(min-max: minimum ve maksimum değerler)

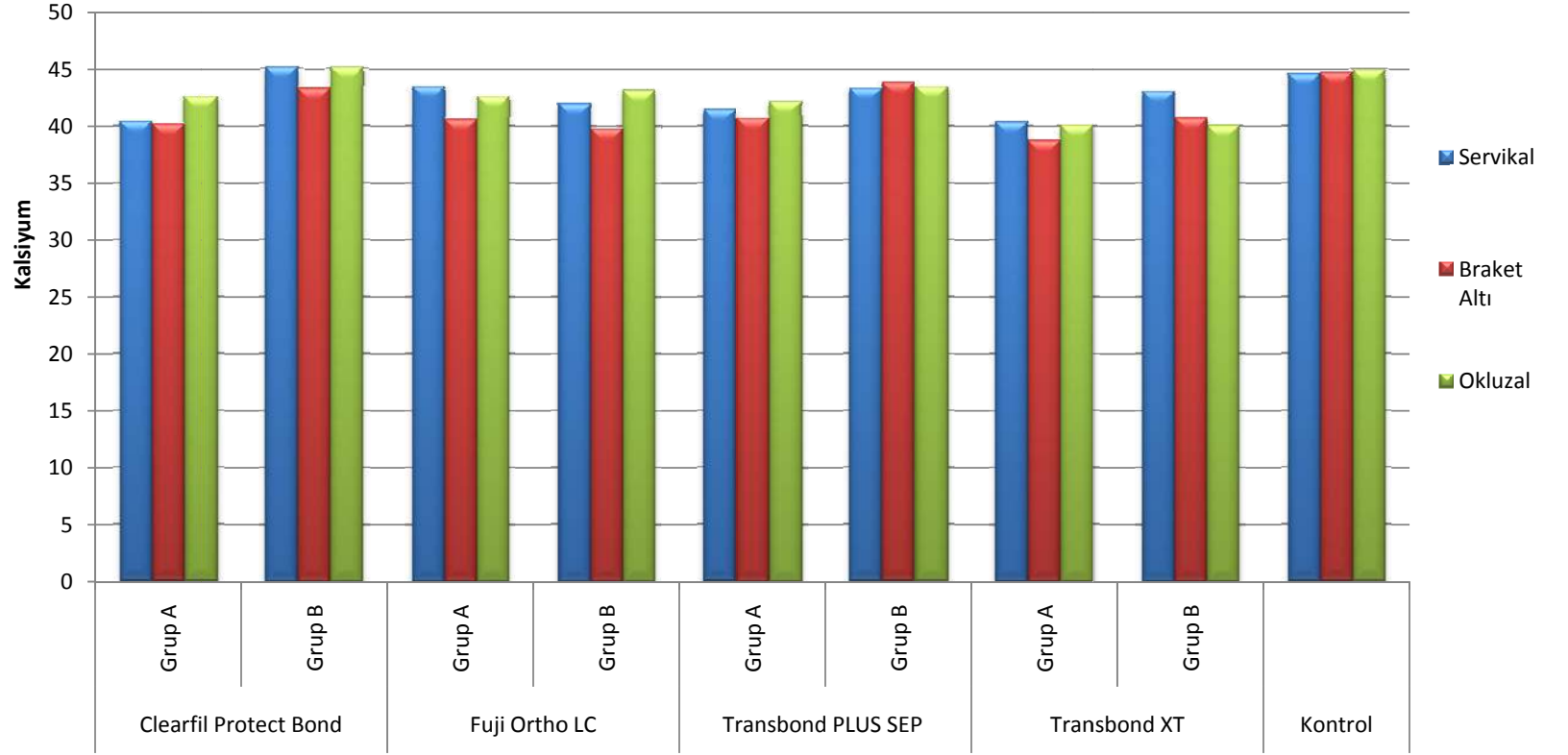
a Clearfil'de bölgelere göre işlemler arasındaki karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,004$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).

b Fuji'de bölgelere göre işlemler arasındaki karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,004$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).

c SE'de bölgelere göre işlemler arasındaki karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,004$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).

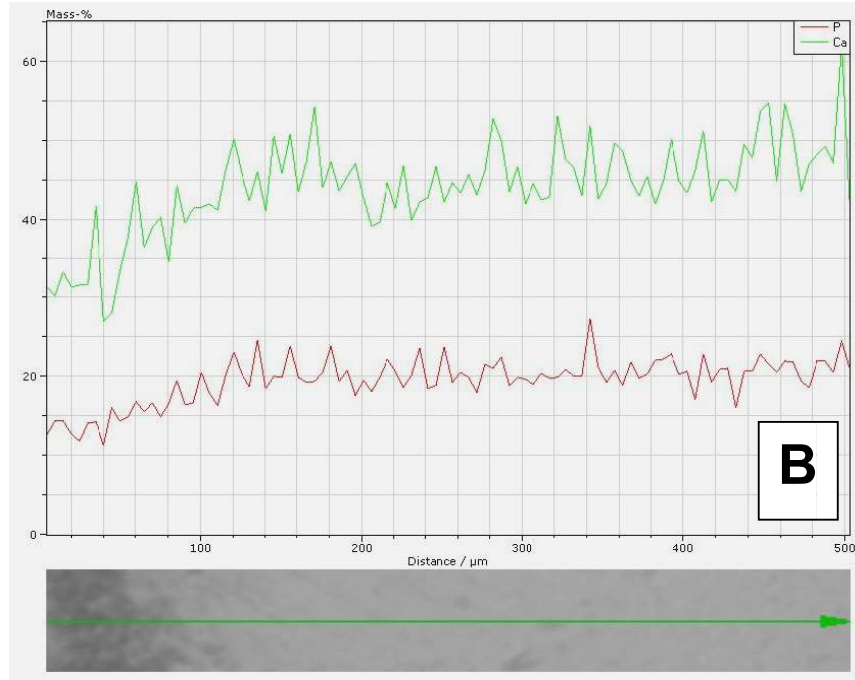
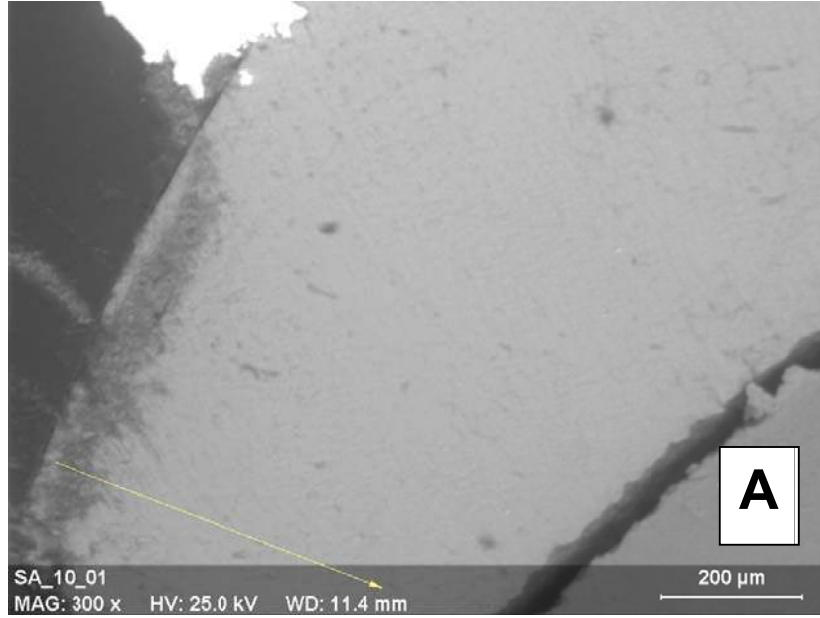
d XT'de bölgelere göre işlemler arasındaki karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,004$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).

Bölgeler	Yüzey Hazırlama Şekli	Grup 1 (Clearfil) ortanca (min.-maks.)	p^a	Grup 2 (Fuji) ortanca (min.-maks.)	p^b	Grup 3 (Transbond Plus) ortanca (min.-maks.)	p^c	Grup 4 (Transbond XT) ortanca (min.-maks.)	p^d
Bölge 1 (Servikal)	Grup A (Yüzey Korunan)	40,45 (36,40-42,90)	<0,001	43,49 (40,48-71,64)	0,165	41,48 (38,72-43,13)	0,247	40,39 (37,90-45,04)	0,218
	Grup B (Yüzey Korunmayan)	45,18 (42,28-45,76)		42,01 (38,53-45,91)		43,35 (31,48-46,31)		43,06 (39,65-44,52)	
Bölge 2 (Braket altı)	Grup A (Yüzey Korunan)	40,19 (35,43-41,67)	<0,001	40,60 (37,48-42,33)	0,315	40,69 (38,41-43,52)	0,004	38,76 (37,12-41,32)	0,247
	Grup B (Yüzey Korunmayan)	43,29 (40,70-45,18)		39,81 (36,43-41,37)		43,87 (40,31-47,45)		40,72 (35,85-69,11)	
Bölge 3 (Okluzal)	Grup A (Yüzey Korunan)	42,62 (38,96-44,66)	<0,001	42,63 (36,92-47,59)	0,853	42,13 (40,48-88,82)	0,143	40,11 (38,33-71,88)	0,089
	Grup B (Yüzey Korunmayan)	45,16 (43,26-46,66)		43,17 (38,36-45,31)		43,49 (35,35-46,90)		40,05 (41,40-70,91)	

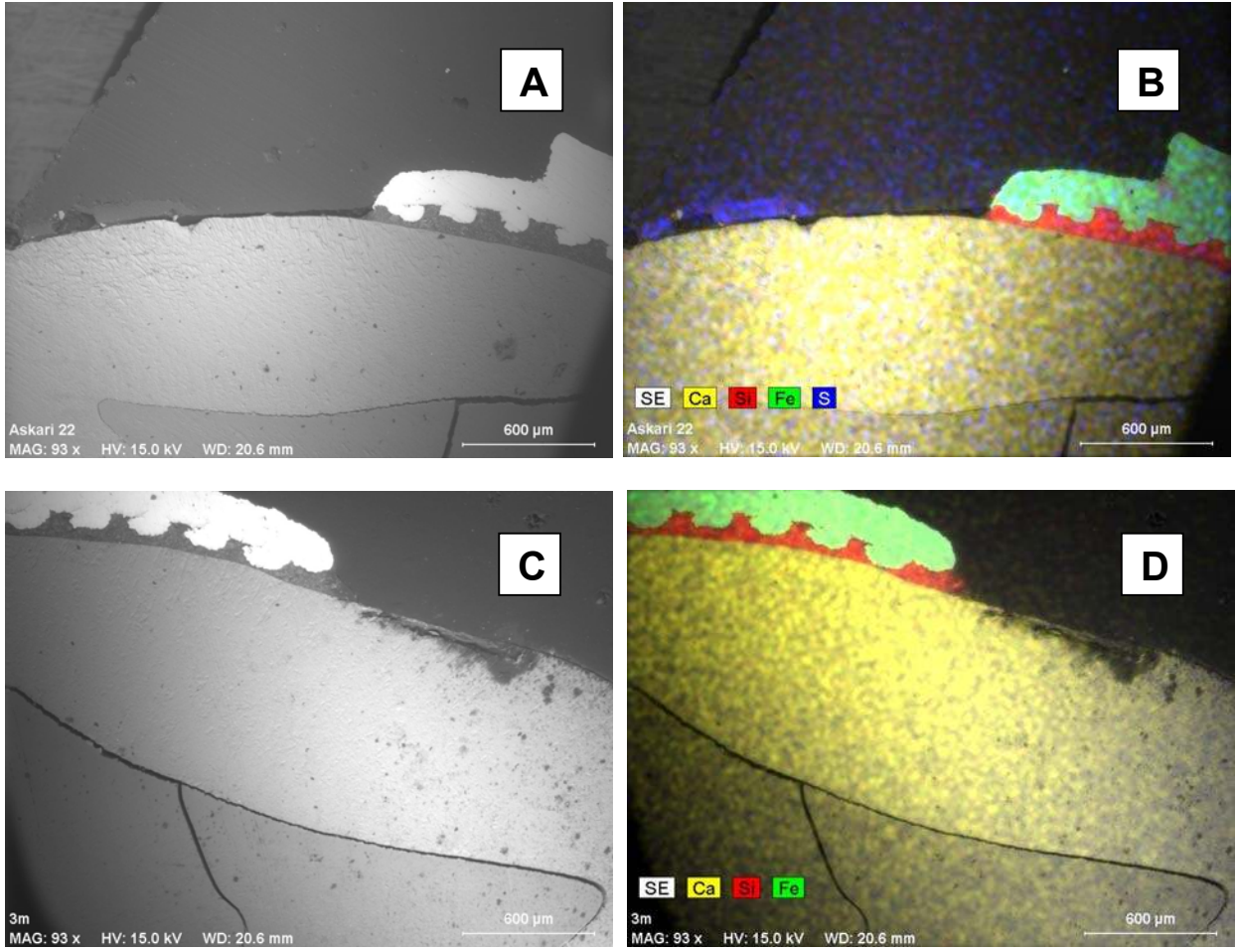


Şekil 4.1. Kantitatif kalsiyum değerlendirmesinde oluşturulan grupların kalsiyum miktarlarının ortalanca değerlerinin verildiği grafik.

Grup A: Yüzeyi korunan grup, Grup B: Yüzeyi korunmayan grup



Şekil 4.2. Yüzeyin korunduğu Transbond Plus SEP grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü **(A)** ve aynı örneğin enerji dağılım spektrumu **(B)**.



Şekil 4.3. İncelenen örneklerden bazılarının SEM görüntüleri ve elementel bileşim haritaları: **A**, Yüzeyi korunan Clearfil Protect Bond grubunda asite dirençli vernik ve braketin izlendiği bir SEM görüntüsü; **B**, A görüntüsünün elementel bileşim haritası; **C**, Yüzeyi korunmayan etch-rinse (%37 H₃PO₄ + Transbon XT) grubunda braket ve deminerilizasyonun izlendiği bir SEM görüntüsü; **D**, C görüntüsünün elementel bileşim haritalaması.

4.2. Kantitatif Mikrosızıntı Değerlendirmesi Bulguları

4.2.1. Yüzey Hazırlığı Şekli ve Bölgelere Göre Adeziv Sistemler Arasında Mikrosızıntı Miktarındaki Farklılıklarının İncelenmesi (Tablo 4.5)

Yüzeyin korunduğu gruplarda (Grup A); servikal bölgede Grup 1 (Clearfil Protect Bond)'in mikrosızıntı miktarı Grup 2 (Fuji Ortho LC)' ye göre anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur ($p=0,018$), braket altında Grup 4 (Transbond XT)'ün mikrosızıntı miktarı Grup 1 ve 3 (Clearfil Protect Bond ve Transbond Plus)'e göre anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur ($p<0,001$) ve okluzal bölgede adeziv sistemler arasında mikrosızıntı miktarı açısından anlamlı düzeyde farklılık bulunmamıştır.

Yüzeyin korunmadığı gruplarda (Grup B); servikal bölgede Grup 3 (Transbond Plus)'ün mikrosızıntı miktarı Grup 1 ve 4 (Clearfil Protect Bond ve Transbond XT)'e göre anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur ($p<0,001$), servikal bölgede Grup 2 (Fuji Ortho LC)'nin mikrosızıntı miktarı Grup 1 (Clearfil Protect Bond)'e göre anlamlı düzeyde artmıştır ($p<0,001$). Yüzeyin korunmadığı gruplar için braket altında mikrosızıntı miktarı açısından adeziv sistemler arasında anlamlı düzeyde farklılık bulunmamıştır. Okluzal bölgede Grup 3 (Transbond Plus)'ün mikrosızıntı miktarı Grup 1, 2 ve 4 (Clearfil Protect Bond, Fuji Ortho LC ve Transbond XT)'e göre anlamlı düzeyde artmıştır ($p=0,007$), Grup 1 (Clearfil Protect Bond)'in mikrosızıntı miktarı Grup 2 ve 4 (Fuji Ortho LC ve Transbond XT)'e göre anlamlı düzeyde azalmıştır ($p=0,007$).

Tablo 4.5. Yüzey hazırlığı şekli ve bölgelere göre adeziv sistemler arasında mikrosızıntı miktarındaki farklılıklarının istatistiksel olarak incelenmesi.

(std. sapma: standart sapma, min-max: minimum ve maksimum değerler)

a Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,025$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

b Clearfil ile Fuji arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,025$).

c Clearfil ile XT arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,025$).

d SE ile XT arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,025$).

e Clearfil ile SE arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,001$).

f Fuji ile SE arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,001$).

Yüzey Hazırlama Şekli	MİKROSIZINTI	Grup 1 (Clearfil)	Grup 2 (Fuji)	Grup 3 (Transbond Plus)	Grup 4 (Transbond XT)	p ^a
Grup A (Yüzey Korunan)	Bölge 1 (Servikal) ortalama±std.sapma	1,59±0,43 ^b	0,84±0,62 ^b	0,99±0,52	1,18±0,50	0,018
	Bölge 2 (Braket Altı) ortanca (min.-maks.)	0 (0-0,39) ^c	0 (0-1,49)	0 (0-0) ^d	0,39 (0-1,50) ^{c,d}	<0,001
	Bölge 3 (Okluzal) ortanca (min.-maks.)	0,63 (0,27-1,47)	0,30 (0-1,36)	0,76 (0-1,17)	1,13 (0-2,16)	0,226
Grup B (Yüzey Korunmayan)	Bölge 1 (Servikal) ortalama±std.sapma	0,32±0,38 ^{b,e}	1,28±0,66 ^b	1,72±0,77 ^{d,e}	0,85±0,56 ^d	<0,001
	Bölge 2 (Braket Altı) ortanca (min.-maks.)	0 (0-0)	0 (0-0,23)	0 (0-0)	0 (0-0)	0,392
	Bölge 3 (Okluzal) ortanca (min.-maks.)	0 (0-0,49) ^{b,c,e}	0,70 (0-1,96) ^{b,f}	2,03 (1,44-2,39) ^{d,e,f}	0,43 (0-1,44) ^{c,d}	0,007

4.2.2. Yüzey Hazırlığı Şekli ve Adeziv Sistemlere Göre Bölgeler Arasında

Mikrosızıntı Miktarındaki Farklılıkların İncelenmesi (Tablo 4.6)

Grup 1’de (Clearfil Protect Bond) yüzeyin korunduğu grupta servikal bölgenin mikrosızıntı miktarı braket altına göre anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur ($p<0,001$).

Grup 2’ de (Fuji Ortho LC) yüzeyin korunmadığı grupta servikal bölgenin mikrosızıntı miktarı braket altına göre anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur ($p<0,001$).

Grup 3’de (Transbond Plus SEP) yüzeyin korunduğu ve korunmadığı gruplar içerisinde servikal ve okluzale göre braket altında mikrosızıntı miktarı anlamlı düzeyde az bulunmuştur ($p<0,001$).

Grup 4’de (Transbond XT) yüzeyin korunmadığı grupta servikal ve okluzale göre braket altında mikrosızıntı miktarı anlamlı düzeyde az bulunmuştur ($p=0,002$).

4.2.3. Bölgeler ve Adeziv Sistemlere Göre Yüzey Hazırlama Şekilleri Arasında Mikrosızıntı Miktarındaki Farklılıklarının İncelenmesi (Tablo 4.7)

Grup 1’de (Clearfil Protect Bond) servikal ve okluzal bölgelerde yüzeyin korunduğu gruplarda yüzeyin korunmadığı gruplara göre mikrosızıntı miktarı anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur ($p<0,001$). Braket altında yüzeyin korunduğu ve korunmadığı gruplar arasında mikrosızıntı miktarı açısından anlamlı düzeyde fark bulunmamıştır.

Grup 2 (Fuji Ortho LC) ve Grup 4’de (Transbond XT) tüm bölgelerde yüzey hazırlama şekilleri gözönüne alındığında mikrosızıntı miktarında anlamlı fark bulunmamıştır.

Grup 3’de (Transbond Plus SEP) okluzal bölgede yüzeyin korunduğu gruplarda yüzeyin korunmadığı gruplara göre mikrosızıntı miktarı anlamlı düzeyde az bulunmuştur ($p<0,001$).

Kantitatif mikrosızıntı değerlendirmesinde oluşturulan grupların kalsiyum miktarlarının ortanca değerleri Şekil 4.4’de gösterilmektedir.

Tablo 4.6. Yüzey hazırlığı şekli ve adeziv sistemlere göre bölgeler arasında mikrosızıntı miktarındaki farklılıkların incelenmesi.

a Clearfil'de işlemlere göre bölgeler arasındaki karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,006$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).

b Fuji'de işlemlere göre bölgeler arasındaki karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,006$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).

c SE'de işlemlere göre bölgeler arasındaki karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,006$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).

d XT'de işlemlere göre bölgeler arasındaki karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,006$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).

e Bölge 1 ile Bölge 2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,006$).

f Bölge 3 ile Bölge 2 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,006$).

Yüzey Hazırlama Şekli	MİKROSIZINTI	Grup 1 (Clearfil)	p ^a	Grup 2 (Fuji)	p ^b	Grup 3 (Transbond SEP)	p ^c	Grup 4 (Transbond XT)	p ^d
Grup A (Yüzey Korunan)	Bölge 1 (Servikal) ortalama±std.sapma	1,59±0,43 ^e	<0,001	0,84±0,62	0,008	0,99±0,52 ^e	<0,001	1,18±0,50	0,058
	Bölge 2 (Braket Altı) ortanca (min.-maks.)	0 (0-0,39) ^e		0 (0-1,49)		0 (0-0) ^{e,f}		0,39 (0-1,50)	
	Bölge 3 (Okluzal) ortanca (min.-maks.)	0,63 (0,27-1,47)		0,30 (0-1,36)		0,76 (0-1,17) ^f		1,13 (0-2,16)	
Grup B (Yüzey Korunmayan)	Bölge 1 (Servikal) ortalama±std.sapma	0,32±0,38	0,039	1,28±0,66 ^e	<0,001	1,72±0,77 ^e	<0,001	0,85±0,56 ^e	0,002
	Bölge 2 (Braket Altı) ortanca (min.-maks.)	0 (0-0)		0 (0-0,23) ^e		0 (0-0) ^{e,f}		0 (0-0) ^{e,f}	
	Bölge 3 (Okluzal) ortanca (min.-maks.)	0 (0-0,49)		0,70 (0-1,96)		2,03 (1,44-2,39) ^f		0,43 (0-1,44) ^f	

Tablo 4.7. Bölgeler ve adeziv sistemlere göre yüzey hazırlama şekilleri arasında mikrosızıntı miktarındaki farklılıklarının istatistiksel olarak incelenmesi. (std. sapma: standart sapma, min-max: minimum ve maksimum değerler)

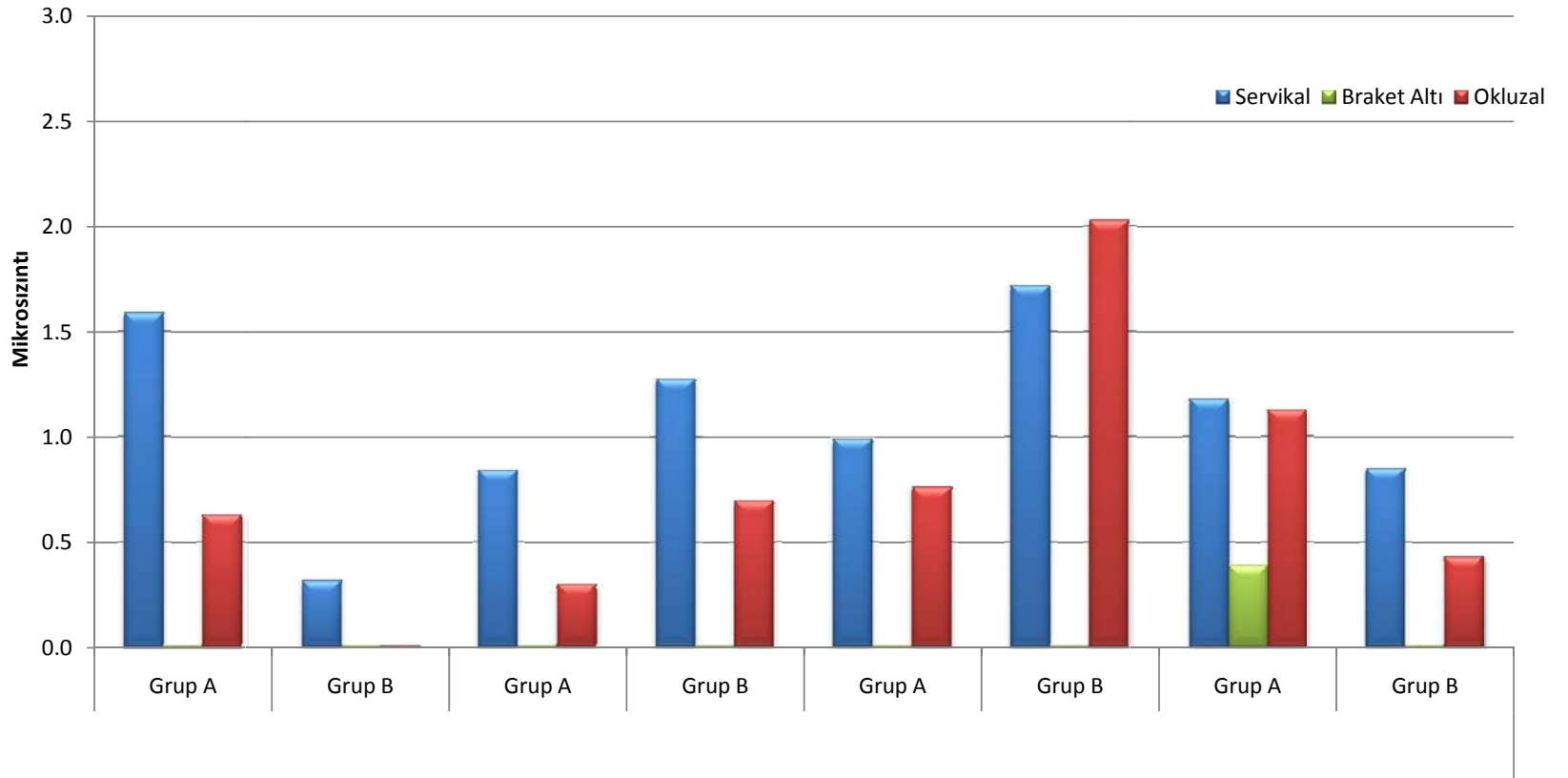
a Clearfil'de bölgelere göre işlemler arasındaki karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,0125$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).

b Fuji'de bölgelere göre işlemler arasındaki karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,0125$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).

c SE'de bölgelere göre işlemler arasındaki karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,0125$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).

d XT'de bölgelere göre işlemler arasındaki karşılaştırmalar (Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0,0125$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi).

MİKROSIZINTI	Yüzey Hazırlama Şekli	Grup 1 (Clearfil)	p^a	Grup 2 (Fuji)	p^b	Grup 3 (Transbond Plus)	p^c	Grup 4 (Transbond XT)	p^d
Bölge 1 (Servikal) ortalama $\pm$ std.sapma	Grup A (Yüzey Korunan)	1,59 $\pm$ 0,43	<0,001	0,84 $\pm$ 0,62	0,143	0,99 $\pm$ 0,52	0,023	1,18 $\pm$ 0,50	0,183
	Grup B (Yüzey Korunmayan)	0,32 $\pm$ 0,38		1,28 $\pm$ 0,66		1,72 $\pm$ 0,77		0,85 $\pm$ 0,56	
Bölge 2 (Braket Altı) ortanca (min.-maks.)	Grup A (Yüzey Korunan)	0 (0-0,39)	0,739	0 (0-1,49)	0,739	0 (0-0)	1,000	0,39 (0-1,50)	0,023
	Grup B (Yüzey Korunmayan)	0 (0-0)		0 (0-0,23)		0 (0-0)		0 (0-0)	
Bölge 3 (Okluzal) ortanca (min.-maks.)	Grup A (Yüzey Korunan)	0,63 (0,27-1,47)	<0,001	0,30 (0-1,36)	0,315	0,76 (0-1,17)	<0,001	1,13 (0-2,16)	0,143
	Grup B (Yüzey Korunmayan)	0 (0-0,49)		0,70 (0-1,96)		2,03 (1,44-2,39)		0,43 (0-1,44)	



Şekil 4.4. Kantitatif mikrosızınıtı değerlendirmesinde oluşturulan grupların kalsiyum miktarlarının ortanca değerlerinin verildiği grafik.

Grup A: Yüzeyi korunan grup, Grup B: Yüzeyi korunmayan grup

5. TARTIŞMA

Sabit apareyler ortodontik tedavi süresince ağız hijyeninin yeterli derecede sağlanmasını zorlaştırmaktadır. Yapılan çalışmalarda ortodontik apareyler etrafında daha fazla plak birikimi ve demineralizasyon oluşumu gözlenmiştir.^{84,204,205} Özellikle ataçmanların komşuluğundaki mine yüzeyleri demineralizasyona eğilimlidir.^{6,206} Ayrıca, restoratif diş hekimliğinde sıkça yer alan mikrosızıntı çalışmaları braket altında kalan mine yüzeyinin de demineralizasyondan etkilenebileceğini düşünmeye yol açmış ve son zamanlarda bu konu üzerinde yapılan çalışmaların sayısı artmıştır.

Literatürde demineralizasyonu engellemek için çeşitli koruyucu yaklaşımlardan bahsedilmiştir.^{6,11-17,207} Koruyucu yöntem seçiminde klinisyen tarafından uygulanabilecek ve hasta kooperasyonu gerektirmeyecek bir uygulamanın tercih edilmesi önemlidir.⁸² Bu güne kadar yapılan çalışmalar incelendiğinde, demineralizasyonun önlenmesinde "en üstün" sayılabilecek uygulama belirlenemediği gibi,^{45,76,77} bir çok uzun dönemli in vivo çalışmada florür salan adezivlerin braket etrafında demineralizasyonu önlemede başarısız oldukları belirtilmiştir.^{154,169,208} Buna rağmen, demineralizasyon riskini azaltan ve yeterli bağlanma gücüne sahip adeziv sistemler geliştirilmesi için çalışmalar devam etmektedir.^{128,209,210}

Yüzey pürüzlendirmesinin kapsadığı alan miktarının demineralizasyon üzerine etkisi literatürde açıklanmamaktadır. Asitle pürüzlendirmenin ve yüzey örtücü eksikliğinin mine yüzeyinde oluşturduğu pürüzlü, tutucu ve dekalsifiye alanlar brakete komşu alanlarda kısmen demineralizasyon meydana gelmesine neden olur. Bu yüzden klinikte sadece braketin yerleşeceği alanı asitle pürüzlendirmenin ya da pürüzlendirilen tüm alanı yüzey örtücü ile tamamiyle örtmenin gerekliliği bildirilmiştir.²¹¹ Zachrisson²¹² 30 yıla yakın klinik tecrübesi ile braket tabanından sadece biraz daha geniş bir alanın pürüzlendirilmesinin mantıklı olduğunu fakat tüm fasiyal minenin pürüzlendirilmesi sonucunda meydana gelebilecek demineralizasyonun düzenli florür gargarası kullanımı ile en az seviyede olacağını belirtmiştir. Oysa, Geiger ve ark.²¹³ ortodonti

hastalarının %15'inden daha azının düzenli olarak gargara kullandıklarını ve fırçalamadan şikayet eden hastaların aynı zamanda gargara kullanımını da ihmal ettiklerini gözlemlemiştir.

Bu bilgilerin ışığında, etch-rinse, self-etching adeziv sistemler ile rezinle güçlendirilmiş cam iyonomer adezivlerin (RGClA) mine yüzeyinde kalsiyum elementi üzerindeki etkileri yanında bu adeziv sistemlerin mine yüzeyine uygulanma şeklinin (bukkal yüzeyin tamamına ya da sadece braketin yerleşeceği alana uygulanmaları) etkisi ilk kez çalışmamızda incelenmiştir. Aynı zamanda bahsedilen adeziv sistemler ve uygulamaların braket altı ve çevresindeki mine yüzeyinde oluşturdıkları mikrosızıntı miktarları da değerlendirilmiştir.

Mineye H_3PO_4 uygulanması sonucunda kalsiyum elementinin yüzeyden çözülmesi ile mine üzerinde pürüzlülük meydana gelir. Çoğu genç daimi dişin 15-30 sn asitlenmesinin braketlerin bağlanma gücü başarısı açısından yeterli olduğu ancak, mine çözünürlüğünde hastalar, dişler ve hatta aynı dişin farklı bölgeleri arasında önemli farklılıklar olduğu söylenmiştir. Asitle pürüzlendirme metodunun bir avantajı, bireye veya dişlere bağlı farklılıkları ortadan kaldırmasıdır.²¹² Asitle pürüzlendirmeden sonra ara rezin uygulamasının mine demineralizasyonunu engellediği in vitro ve in vivo olarak gösterilmiştir.^{145,214} Buna rağmen, ortodontik apareyler etrafında BNL oluşumundan H_3PO_4 ile pürüzlendirme sorumlu tutulmuştur.^{8,36} Minenin asit ile pürüzlendirilmesini takiben, braketlerin yapıştırılması kullanışlı ve sıklıkla kabul gören bir uygulama olmasına rağmen, yeterli bağlanma gücüne sahip ve mine kaybını azaltan ve kullanım kolaylığı içeren başka uygulamalara ihtiyaç duyulmuştur.¹⁶⁴ Bu amaçla geliştirilen self-etch adeziv sistemlerden Transbond Plus SEP yüzeyi asitlerken primer fonksiyonu da gören tek aşamalı bir sistemdir.

Literatürde Transbond Plus SEP'in bağlanma gücünün başarısı konusunda birbiriyle çelişen sonuçlar bulunmaktadır.^{137,138,140,141} Bu materyalin uygulanması ile bağlanma başarısızlığının ve mikrosızıntının daha fazla görülmesinin nedeni minede daha az geri dönüşümsüz etki bırakması olabileceği düşünülmüştür.^{165,182} Ayrıca, primerin polimerizasyonundan sonra

asidik yapının rezin içerisinde kalması sonucu minede pH'nın azaldığı bildirilmiştir.⁴⁶ Bu sebeple, bazı çalışmalarda SEP adeziv sisteminin etch-rinse adeziv sistemine göre daha fazla BNL oluşumuna sebep olduğu bildirilmiştir.^{145,154,215,216} Kullanım tekniğinin getirdiği avantajlar göz önüne alındığında günümüzde sıklıkla kullanılan bu materyalin braket çevresi ve altında oluşturduğu demineralizasyon ve mikrosızıntı üzerindeki etkilerine çalışmamızda yer verilmiştir.

Ortodontik tedavi sırasında izlenen yüksek demineralizasyon prevalansı ağız hijyenin yeterli olmaması, braket etrafındaki plak pH değerinin 4,5'in altına düşmesi ve S. Mutansların artışı ile oluşur. Braketler etrafındaki pH=4,5'in altındaki ortamda florürün fazla miktarda bulunması bile remineralizasyon için yeterli olmayacaktır.²¹⁷ Çalışmacılar, antibakteriyel özelliğın florür ile birleşimi sonucu oluşturulan çürük önleyici etkinin sadece florürün yaratacağı etkiden daha fazla olacağını öne sürmüşlerdir.^{218,219} Bu yüzden florür ve antibakteriyel özelliğın birarada bulunması çürük oluşumunu ortadan kaldırmak için direkt strateji olarak kabul edilmiştir.²²⁰ Xu ve ark.²²¹ antibakteriyel özelliğın olan Clearfil Protect Bond'un florür salan kompozit rezinlere göre demineralizasyonu önlemede daha etkin olduğunu bildirmişlerdir. Salınan florürün etkisi braket etrafına kadar uzansa da, Clearfil Protect Bond içerisinde bakteri büyümesini durduran immobilize antibakteriyel monomer MDPB'nin braket çevresinden ne kadar uzağı etkili olduğı bilinmemektedir. Ancak, antibakteriyel özelliğın braket altında mikrosızıntı sonucu oluşacak demineralizasyon üzerinde etkili olabileceğı söylenmiştir.¹⁷²

Florürün demineralizasyonu önlemedeki etkisi incelenirken iki noktaya dikkat edilmesi gerekir. İlki, bu ürünlerin tedavi süresince BNL oluşumunu azaltıcı etkileri, ikincisi ise BNL şiddetinin yani demineralizasyon alanının, derinliğinin veya mineral kaybı miktarının azaltılmasıdır.⁴⁵ Koruyucu önlemler demineralizasyon oluşmasını tamamiyle engelleyemeyecek olsalar da, demineralizasyon alanı ya da derinliğini azaltabileceğinden değerlendirme yöntemlerinin gerçekçi yani kantitatif olması gerekmektedir.²¹ Bu amaçla

yapılacak kalitatif değerlendirmeler kantitatif ölçümlerden daha az belirleyici sonuçlar verecektir.²²²

Ortodontik tedavi ile oluşan BNL'nin kantitatif değerlendirildiği yöntemler, restoratif diş hekimliği alanında da erken çürük lezyonlarının tespitinde kullanılan yöntemlerdir.⁶⁴ Braketlerin etrafında oluşabilecek demineralizasyon derinliğinin ve/veya mineral kaybının kantitatif olarak hesaplandığı çeşitli in vivo ve in vitro değerlendirme yöntemleri bulunmaktadır. Bunlar; kantitatif ışıkla indüklenen floresans⁵⁰, lazer floresans⁵¹, optik çürük monitörü⁵⁵, fiber optik transüliminasyon ile dijital görüntüleme,⁵⁷ polarize ışık mikroskobu⁵⁹⁻⁶², profilometre⁶³, transvers mikroradyografi,⁵³ elektrikli iletim ölçümleri⁶⁴ mikrosertlik testleri^{18,65-67} ve mikrotomografidir⁶⁰. Bu metodların bir çoğunda hızlı ve tekrarlanabilir kantitatif verilerin alınmasının sebebi, bilgisayar destekli imaj analiz sistemler ile beraber kullanılıyor olmasıdır.⁴⁹

Ortodontik tedavi ile oluşan BNL'nin %50'sinden fazlası gingival bölgede görülmesine rağmen mikrosızıntı çalışmalarında braket altında kalan mine yüzeyinin de demineralizasyon açısından değerlendirilmesinin gerekliliği vurgulanmıştır. Ortodontide mikrosızıntı çalışmaları braket altını, demineralizasyon çalışmaları ise sıklıkla braket çevresini değerlendirmektedir. Demineralizasyonun teşhisinde kullanılan yöntemlerde braketler sökölmedikçe veya örneklerden kesit alınmadıkça braket altındaki mine dokusunun değerlendirilmesi mümkün olmamaktadır. Literatürde braket altındaki mine yüzeyinin demineralizasyon açısından değerlendirildiği çalışmalar az sayıda olup, bu çalışmalarda kullanılmış mikrosertlik metodu ile ancak korelasyon dayalı olarak kantitatif değerlendirme yapılabilmektedir.^{65,67} Yukarıda bahsedilen mineral kaybının kantitatif değelendirildiği yöntemlerde herhangi bir elementin tek başına incelenmesi söz konusu değildir. Yaptığımız in vitro çalışmada kalsiyum kaybının kantitatif elementel değerlendirilmesi için daha önce ortodonti araştırmalarında bu amaçla kullanılmamış olan SEM ile beraber çalışan EDS yöntemi kullanılmıştır. Çalışmamızda kullandığımız yöntemin imaj analizi ya da korelasyona dayalı olmaması ve demineralizasyonda öncelikle kaybedilen elementlerden olan kalsiyum miktarının direkt ölçülebilmesi diğer

yöntemlere göre üstünlüğüdür. İncelenen yüzeylerin SEM çalışmalarındaki gibi karbon ile kaplanmasına gerek olmaması EDS yönteminin bir avantajıdır. Yöntem ve metodun özgünlüğü göz önüne alındığında çalışmamızın sonuçları ile literatürde demineralizasyon ve kalsiyum kaybı konularında elde edilen verilerin tam bir karşılaştırması mümkün olamamıştır.

Ortodontik tedavinin başarısında demineralizasyonun önlenmesi ne kadar önemli ise demineralizasyon oluşmasına katkı sağlayabilecek nedenlerin dikkate alınması da bir o kadar önemlidir. Braketlerin bağlanma gücünün yetersiz olması nedeniyle tekrar edilen braket yapıştırma prosedürleri ya da braket altındaki mikrosızıntı nedeniyle arayüze geçen asitler minede daha fazla mineral kaybı oluşturabilir. Literatürde çeşitli braket ve adeziv sistem kombinasyonlarının oluşturduğu bağlanma gücünü konu alan bir çok çalışma yapılmıştır. Çalışmacılar adeziv bağlanma kuvvetinin; çiğneme kuvvetlerine, ark tellerinin ve hastanın kötü alışkanlıklarının oluşturduğu gerilimlere dayanabilecek aynı zamanda braketlerin sökümü aşamasında mineye zarar veremeyecek miktarda olması gerektiğini vurgulamışlardır.^{133,134} Klinik durumlar için yeterli bağlanma kuvvetinin 2.8 ve 10 MPa arasında olmasını önerilmiştir.¹²⁹⁻¹³² Literatürde bağlanma gücünü etkileyen çeşitli faktörlere değinilmiştir. Bunlar; uygulanan adeziv sistem, kompozit içeriği, polimerizasyon şekli, polimerizasyon zamanı, termal siklus ve yaşlandırma işlemleridir.^{135,141} Polimerizasyon büzülmesi gözönüne alındığında braketlerin bağlanma gücü ve braket altında oluşan mikrosızıntı arasında bir ilişkinin olabileceği düşünülmüştür. Bu deneye son yıllarda braketler altında oluşan mikrosızıntı çalışmaları ilgi görmektedir. Restoratif diş hekimliğinde bağlanma gücü ve mikrosızıntı arasındaki ilişkiyi açıklayan birçok çalışma olmasına rağmen, ortodonti literatürde bu ilişki açıklanamamıştır. Çalışmamızda adeziv sistemlerin bağlanma gücü araştırılmamasına rağmen düşük bağlanma gücüne ve demineralizasyona neden olduğu düşünülen mikrosızıntı araştırılmıştır.

Literatürde braketler etrafında meydana gelen demineralizasyonun önlenmesi ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmasına rağmen mikrosızıntı ve bunun demineralizasyona etkisi ile ilgili veri az sayıdadır.¹³⁵ Ortodonti

literatüründe sızıntı ile ilgili ilk araştırma Lee ve ark.²²³ tarafından yapılmıştır. Daha sonra uygulanan adeziv sisteminin, kullanılan ışık cihazının ve braket çeşidinin mikrosızıntı üzerindeki etkilerini etkilerini araştıran çalışmaların sayısı artmıştır.^{135,181,182,194-196}

Mikrosızıntı çalışmaları, adeziv sistemlerin dış yüzeyini örtme başarısını dolayısıyla demineralizasyonu engelleme özelliklerini değerlendirmek için kullanışlı yöntemlerdir.²²⁴ Restoratif diş hekimliğinde mikrosızıntı çalışmaları içinde kullanılan yöntemler arasında boya penetrasyonu yöntemi ortodonti literatüründe de en çok kullanılan yöntem haline gelmiştir.^{135,181,182,193,195,197} Bu yöntem uygulanması kolay, hızlı ve ekonomik olmasına rağmen örneklerin skorlama yönteminin subjektif olması dezavantaj oluşturmaktadır.¹⁸⁴ Çalışmamızda mikrosızıntı değerlendirmesinde boya penetrasyonu yönteminin uygulanmasından sonra kantitatif değerlendirmeler imaj analizi ile yapılmış ve böylece sonucu etkileyebilecek subjektif verilerin elde edilmesi önlenmiştir.

Mikrosızıntı çalışmalarında tek bir bölgede yapılan değerlendirme sonuçlarının diğer tüm bölgeleri yansıttığı kabul görmez.²²⁵ Bu nedenle braket altında yapılan mikrosızıntı çalışmalarında servikal ve okluzal braket sınırları ayrı olarak değerlendirilmiştir. Braket altında yapılan mikrosızıntı çalışmalarında genellikle braket-adeziv ve adeziv-mine arayüzü ayrı şekilde incelenmiştir. Bunun nedeni olarak; adeziv-mine arayüzündeki değerlendirmenin BNL oluşumu, braket-adeziv arasındaki değerlendirmenin ise braketlerin bağlanma gücü açısından önemli olduğu düşünülmüştür.¹⁸¹ Yukarıdaki bilgiler ışığında diğer çalışmalardan farklı olarak braket altı ile komşuluğundaki servikal ile okluzal bölgelerde mikrosızıntı değerlendirmesine çalışmamızda yer verilmiştir.

Mizrahi ve ark.²²⁶ ortodontik tedavide BNL oluşum prevalansını %84 oranında olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada yüksek oranda prevalans görülmesinin sebebi olarak, tedavi öncesinde lokal çevresel etkenlerle oluşabilecek demineralize alanların değerlendirilmesinin ihmal edilmesi gösterilmiştir.⁴⁵ Benson ve ark.⁴⁵ yayınladıkları derleme makalede çalışmaların bazılarının sadece prevalansı yani deney sonunda dişlerin görünümünü değerlendirdiklerini aslında ideal olanın insidansı göstermek olduğunu yani

deney başında ve sonunda incelemelerin yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda incelenen adeziv sistemlerin ve yüzeye uygulanma şekillerinin etkin bir şekilde değerlendirilmesi için ortodontik amaçla çekilen ve ışık altında inceleme sonucu üzerinde BNL olmayan küçük azılar kullanılmıştır.

Barry²²⁷ yaptığı in vivo çalışma sonucunda pomza profilaksisinin asitle pürüzlendirmeden sonra uygulanan kompozit rezinin bağlanma gücünü etkilemediğini gözlemlemiştir. Bu yüzden asitle pürüzlendirme öncesi pomzalama işlemi için zaman kaybı ve hasta rahatsızlığı dışında mine üzerinde çizikler ile gereksiz madde kaybına yol açtığı söylenmiştir.²²⁷ Buna rağmen, üreticiler self-etch adezivlerin uygulamasından önce pomza profilaksisini tavsiye etmişlerdir.²²⁸ Yaptığımız in vitro çalışmada braketlerin yapıştırılmasından önce mine yüzeyi pomza ve yavaş hızda çalışan mikromotor ile temizlenmiştir.

Ortodontik adeziv materyallerin etkinliğini inceleyen in vitro çalışmaların metodolojisinde adeziv sistemler ya tek başına ya da braketler ile birlikte uygulanmıştır. Daha gerçekçi çalışmalarda ise ağız içindeki demineralizasyon ve remineralizasyon aşamalarını taklit eden çeşitli yöntemler kullanılmıştır.²¹ Braketli ya da braketsiz şekilde demineralizasyonun değerlendirilmesinde yapay çürük solusyonu kullanan tüm çalışmalarda incelenecek yüzey diğer yüzeylerden aside dirençli vernik ile ayrılmıştır. Aside dirençli vernik, komşu yüzeylerde meydana gelecek demineralizasyonun incelenecek yüzeyi etkilemesine engel olmaktadır. Çalışmamızda Grup A'da sadece braketin yerleşeceği alanlara adeziv sistemleri uygulanmıştır. Ancak, in vivo koşullarda braket çevresi tamamiyle ağız ortamına maruz kaldığından, daha sonra braket çevresinden 1 mm'lik aside dirençli vernik alanı kaldırılmıştır. Böylece braket altında ve yakın komşuluğundaki bölgelerin demineralizasyonları ve remineralizasyon koşulları klinik duruma benzer şekilde oluşturulmuştur.

Termal siklus ağız ortamı içerisindeki sıcaklık değişimlerini taklit ederek diş-adeziv arayüzündeki termal stresleri başarılı bir şekilde oluşturur.¹⁸² In vitro çalışmalarda, braketlenen örneklerin suda bekletilmesi ve termal siklusa maruz bırakılması ile interfasiyal bağların gerilmeleri ve yaşlanmaları taklit

edilebilmektedir.²²⁹ Bu nedenle çalışmamızda da ağız ortamı koşullarının en iyi şekilde taklit edilebilmesi için termal siklus metoduna yer verilmiştir.

Demineralizasyonun engellenmesinde adeziv sistemleri etkinliğinin in vitro değerlendirildiği bir çok çalışmada yapay çürük oluşturulabilmesi için demineralizasyon solusyonu pH 4,5-5 arasında değişen asit tamponlarından ve yapay tükürükten oluşmaktadır.^{61,62,230} Bu çalışmalarda solusyonların düzenli bir şekilde yenilenmesi önemlidir. Çünkü uygulanan adeziv sistemlerden salınan florür gibi materyallerin ortamda birikmesi minede yüzey altı lezyonların oluşmasını engelleyecektir. Dental plak altında minede meydana gelen demineralizasyon ve tükürük ile oluşan remineralizasyon laboratuvar koşullarında bu siklus ile taklit edilebilecektir.²³¹ Ancak, Ogaard¹⁰ in vitro remineralizasyonun in vivo remineralizasyondan daha hızlı meydana geldiğinin unutulmaması gerektiğini belirtmiştir. Bu in vitro çalışmada da, literatürde önerildiği gibi¹⁷⁴ adeziv sistemlerin mine yüzeyindeki kalsiyum miktarı üzerine etkilerinin incelenebilmesi için örneklere termal siklusun (1000 siklus) ardından pH-siklusu uygulanmış ve florür birikimini önlemek için solüsyonlar her gün yenilenmiştir.

Mineral kaybının değerlendirildiği çalışmalarda, minede inceleme derinliği miktarları ve kontrol gruplarının oluşturulması farklılık göstermektedir. Pascotto ve ark.⁶⁷ ile Moura ve ark.⁶⁵ tarafından yapılan in vivo çalışmalarda braketlemeden 4 hafta sonra çekilen dişler üzerinde mineral kaybı mikrosertlik testi ile değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler palatinalde orta üçlüyü, bukkalde braket altını, servikal ile okluzal bölgede braket sınırını, braket sınırından 100 ile 200 µm uzaklıktaki servikal bölgeyi ve okluzal bölgeleri içermiştir. Böylece bukkal yüzde 7 ve palatinal yüzde 1 bölgeyi içine alacak şekilde inceleme yapılmıştır. Ölçümler 10 µm aralıklarla 90 µm derinliğe kadar yapılmıştır. Bu çalışmalarda braket altı ve palatinal orta üçlü kontrol bölgelerini oluşturmuştur. Hu ve Feartherstone'un¹⁸ yaptıkları in vitro çalışmada pH-siklusu uygulanan örneklerde mineral kaybı değerlendirmesi 25 µm aralıklarla 300 µm derinliğe kadar yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda demineralizasyonun 150 µm derinliğe kadar meydana geldiği bildirilmiştir. Kontrol grubu, yüzeyde herhangi

bir adeziv sistemin kullanılmadığı ve pH-siklusu uygulanan farklı bir diş grubu ile oluşturulmuştur.

Demineralizasyonun sağlanması amacıyla pH-siklusu kullanılan in vitro çalışmamızda incelenen kesitler üzerinde servikal bölgede elementel ölçümler, minenin anatomik yapısından dolayı yaklaşık 250 µm'a kadar ölçülebilmektedir. Tüm bölgeler arasında standardizasyon sağlayabilmek için inceleme derinliği mineden dentine doğru yüzeye dik bir şekilde 250 µm olarak belirlenmiştir. Kontrol grubu hariç diğer gruplarda braket altından, braket sınırından 500 µm uzaklıktaki servikal ve okluzal bölgelerden olmak üzere toplam 3 bölgeden ölçüm yapılmıştır. Kontrol grubu (n=10) pomzalama dışında mine yüzeyinde hiçbir işlemin uygulanmadığı dişlerden oluşturulmuştur. Kontrol grubu dişlerinde braket olmadığından ölçüm yerleri dişlerin bukkal yüzeylerinde okluzal ve servikale yakın iki nokta olarak seçilmiş, ve bu ölçümler servikal ve okluzal bölgelerin kontrollerini oluşturmuştur. Braket altının kontrolü ise servikal ve okluzal bölgelerden yapılan bu ölçümlerin ortalamaları alınarak sağlanmıştır. Tüm gruplarda mineden dentine doğru yüzeye dik şekilde 5 µm aralıklarla 250 µm derinliğe kadar ölçümler aynı araştırmacı tarafından (A.G.) yapılmıştır.

Tartışma bölümünün bundan sonraki kısmında değerlendirmeler sonucu elde edilen bulgular literatürdeki diğer çalışmalar ile karşılaştırılarak değerlendirilecektir. Önce kantitatif kalsiyum kaybı değerlendirmesinin sonuçları daha sonra kantitatif mikrosızıntı değerlendirmesinin sonuçları tartışılacaktır. Kantitatif kalsiyum kaybı ve kantitatif mikrosızıntı bulgularında; adeziv gruplarına, incelenen bölgelere ve yüzey hazırlanış şekillerine göre farklılıklardan bahsedilecektir.

Adeziv sistemlerin uygulandığı deneysel gruplar ile kontrol grupları kalsiyum kaybı açısından karşılaştırıldığında adeziv gruplarında kalsiyum miktarı daha az olmasına rağmen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Çalışmaya dahil edilen 4 adeziv sistem birbirleriyle karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı fark olmadığı bulunmuştur. İncelenen tüm bölgeler değerlendirildiğinde kalsiyum miktarının Clearfil Protect Bond ve Transbond Plus SEP gruplarında H₃PO₄ + Transbond XT grubuna göre

daha fazla olduğu izlenebilmektedir. Ancak, sadece klinik koşulların daha iyi taklit edildiği yüzey korunmayan Grup B'de braket altı bölgesinde self-etch adeziv sistem grupları ve diğerleri (%10 poliakrilik asit + Fuji Ortho LC ve %37 H₃PO₄ + Transbond XT) arasında anlamlı fark gözlenmiştir.

Normal mine kalınlığı 1000-2000 µm arasındadır²³² ve etch-rinse uygulaması (%37 H₃PO₄) mine yüzeyinde 3 ile 10 µm azalmaya sebep olur.²¹² Daha derin lokalize çözümler yüzeyden 100-200 µm aşağıda meydana gelmesine rağmen, gerçek kayıp asitleme zamanı ve dişler arasındaki farklılığa bağlı olarak 5-50 µm arasında oluşur.¹²¹ Asit uygulaması ile oluşan pöröz mine yapısı, normal mineden daha fazla çözünürlüğe sahiptir. Bir çok çalışmada %37 H₃PO₄'ün mine çözünürlüğünü arttırdığı bildirilmiştir.^{5,233} Etch-rinse adeziv sisteminde en çok kullanılan asit %37 H₃PO₄ 'tür. Mine yüzeyine %37 H₃PO₄ uygulaması sonucu SEM'de izlenen bal peteği görüntüsü, SEP'lerin uygulanması ile belirgin bir şekilde meydana gelmediği gözlenmiştir.¹⁴⁵

Pürüzlendirmenin şiddetine ve pH değerlerine göre self-etch sistemler kuvvetli ve orta derecede olmak üzere sınıflandırılmıştır.²³⁴ Van Meerbeek ve ark²³⁵ kuvvetli self-etch sistemlerin %37 H₃PO₄ ile benzer şekilde minede 5 µm derinliği kadar etki yarattığını gözlemiştir. Orta derecedeki self-etch'lerin ise minede en fazla 2 µm derinlikte etki oluşturdukları bildirilmiştir.²³⁵ Kuvvetli self-etch'lerin pH değeri 1 ya da altındadır, orta derecede self-etch'lerin ise pH değeri daha yüksektir. Transbond Plus SEP pH=1,7 ile kuvvetli self-etch sınıfına girer. Bu self-etch primerin mine üzerinde pürüzlendirme etkisi %37 H₃PO₄'e benzer bulunmuştur.^{154,233,236}

Tanna ve ark.¹⁴⁴ konfokal mikroskop ile yaptıkları in vivo çalışmalarında, Transbond Plus SEP'in % 37 H₃PO₄ uygulamasına göre mine üzerinde meydana getirdiği mineral kaybının daha fazla olduğunu gözlemlemiştir. Öte yandan, Ghiz ve ark.¹⁴⁵ yaptıkları in vitro x-ışını spectrum analizinde etch-rinse (%37 H₃PO₄) ve Transbond Plus SEP adeziv sistemlerinin mine yüzeyindeki kalsiyum tepe düzeyleri arasında fark bulmamışlardır. Çalışmacılar, bu iki uygulama ile minede kalsiyum içeriği ve yüzey kompozisyonunun önemli miktarda değişmediğini belirtmişlerdir.

Asitle pürüzlendirmeyi takiben mine yüzeyine ara rezin tabakanın kullanımının, özellikle ağız hijyeni yetersiz hastalarda deminerilizasyonun azaltılmasında self-etch sistemlere göre daha etkili olduğu bildirilmiştir.¹⁴⁵ Ancak, bazı çalışmacılar mekanik ve kimyasal aşınmaya dayanıksız ara rezinlerin deminerilizasyonu önlemede etkili olmadıklarını belirtmişlerdir.^{18,85} Ayrıca, ara rezin tabakada kayıp olsa bile mine içerisinde 80-170 µm arasındaki rezin taglarının demineralizasyonu engellemede etkin olabilecekleri söylenmiştir. Buna rağmen, bazı çalışmalarda rezin taglarının varlığının güçlü ve devam eden asidik ortamda demineralizasyonu engellemede etkili olmadığı gözlenmemiştir.^{84,86,237}

Literatürde etch-rinse adeziv sistemi ile ve Clearfil Protect Bond'un mineral kaybı yönünden demineralizasyon üzerinde etkilerinin karşılaştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır fakat Holzmeier ve ark.²³⁸ bu iki materyalin kullanılması ile minede oluşan pürüzlendirme derinliğini karşılaştırmışlardır. Konfokal mikroskop kullanarak kantitatif analiz yapılan bu çalışmanın sonucunda iki materyal arasında asitleme derinliğinde anlamlı farklılık gözlenmemiştir.

Paschos ve ark.⁵¹ mineral kaybı analizi için direkt ölçüm metodu olmayan, korelasyona bağlı olarak çalışan DIAGNOdent cihazını kullandıkları in vivo çalışmada, iki self-etch adeziv sistem (Clearfil Protect Bond ve Transbond Plus) grubu arasında demineralizasyonu önleme açısından çalışmamıza benzer bir şekilde anlamlı bir fark bulamamışlardır.

Mineral kaybının azaltılmasında kompozit rezinlerden daha etkili olduğu bildirilen Fuji Ortho LC' nin ilk gün süresince yüksek oranda florür saldı (5 µg/cm²) ve daha sonraki günlerde bu oranın artarak azaldığı (3. haftanın sonunda 0,111 µg/cm²) gözlenmiştir.^{239,240} Schmit ve ark.²²² tarafından yapılan çalışmada RGCİA'nın demineralizasyonu engelleme etkisinin braket kenarından uzaklaştıkça azaldığı gözlenmiştir. Çalışmacılar, braket kenarından 1 mm uzaklıktan itibaren mesafe arttıkça RGCİA tarafından salınan florürün demineralizasyonu engellemedeki etkinliğinin azalmasını kama etkisi olarak adlandırmışlardır.^{222,241} Öte yandan, in vitro^{222,239} ve in vivo^{66,67} çalışmalarda

Fuji Ortho LC'nin demineralizasyonu azalttığı bildirilmiştir. Bu adezivin kullanımından önce ORTHO Conditioner (%10 poliakrilik asit) uygulaması üretici firma tarafından önerilmiştir. Diğer yüzey pürüzlendirme yöntemlerinin kullanımı klinisyenin tercihinin bırakılmıştır ve %37 H₃PO₄ ile kullanımında mineye bağlantının en yüksek seviyede olduğu gözlenmiştir.¹²⁴

Paschos ve ark.⁶⁰ braket çevresinde oluşan mineral kaybı üzerinde Fuji Ortho LC, Clearfil Protect Bond ve Transbond Plus adeziv sistemlerinin etkilerini cone-beam mikrotomografi sistemi ile kantitatif olarak araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, Fuji Ortho LC'nin (%10 poliakrilik asitle uygulanan) mineral kaybını diğer iki materyale göre daha azalttığı gözlenmiştir ve Clearfil Protect Bond ile Transbond Plus arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Yukarıda bahsedilen üç adeziv sistemin yanısıra %37 H₃PO₄ + Transbond XT adeziv sistemin de değerlendirildiği çalışmamızda braket çevresinde kalsiyum miktarı açısından gruplar arasında fark gözlenmemiştir. İki çalışma arasında ortaya çıkan farklı sonuçların sebebinin, mineral kaybı miktarının kantitatif olarak farklı yöntemler ile değerlendirilmesinden kaynaklandığı düşünülebilir.

Çalışmamızda kalsiyum miktarı açısından servikal ve okluzal bölgeler arasında farklılık gözlenmemiştir. Ancak, tüm bölgeler içinde braket altı bölgesinde kalsiyum miktarının daha az olduğu gözlemlenmiştir. Bu bulgu, in vivo koşullarda tükürük ya da in vitro koşullarda remineralizasyon solusyonunun braket altını brakete komşu bölgelerden daha az etkileyebilmesiyle açıklanabilir.

Literatürde demineralizasyonun önlenmesinde bölgeler ayrımı yapılarak braket altında ve çevresinde adeziv sistemlerin karşılaştırıldığı çalışmalar nadirdir.^{65,67} Bu nedenle bölgeler için kısıtlı sayıda yapılan çalışma sonuçları ile kendi sonuçlarımızın karşılaştırılmasına aşağıda yer verilmiştir.

Pascotto ve ark.⁶⁷ Fuji Ortho LC ve etch-rinse (Concise, 3M/Dental Products, St Paul, Minn) adeziv sistemlerinin braket altında ve çevresinde demineralizasyon üzerindeki etkilerini mikrosertlik testi ile karşılaştırmıştır. Çalışmacılar tarafından bu iki materyal arasında braket altında demineralizasyon farklılığına rastlanmazken, servikal bölgede braket sınırından

itibaren 200 µm uzaklığa kadar mineral kaybının Fuji Ortho LC grubunda anlamlı miktarda daha az olduğu gözlenmiştir. Okluzal bölgede bu iki materyal arasında anlamlı farklılığa rastlanmamıştır. Moura ve ark.⁶⁵ aynı yöntem ve adeziv sistemleri kullanarak yaptıkları benzer bir çalışmada, servikal ve okluzal bölgede diğer gruba göre Fuji Ortho LC'nin daha az mineral kaybına sebep olduğu bulunmuştur. Bu iki çalışma arasındaki farklılık demineralizasyon oluşturma yöntemi ve kontrol bölgelerine bağlanmıştır. İn vivo olarak yapılan ilk çalışmada servikal bölgede fırçalaması iyi olmayan hastalardan çekilen dişler incelenmiştir. Kontrol bölgesi olarak braket altı bölge seçilmiştir. Moura ve ark. ise in vivo bant tekniği ile küçük azılarda servikal dışında okluzal bölgede de demineralizasyon oluşturmuşlar ve daha sonra mineral kaybı analizi için dişlerin çekimleri yapılmıştır. Bu çalışmada kontrol bölgesi kronun orta üçlüsünde braket yapıştırılmasından önce %37 H₃PO₄'ün uygulandığı mine yüzeyi olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda servikal ve okluzal bölgeler arasında kalsiyum kaybı açısından yapılan karşılaştırmada Fuji Ortho LC ve Transbond XT grupları arasında farklılık bulunmamıştır.

Organik asitler derin mine tabakalarına ilerleyerek kalsiyum ve fosfat iyonlarının çözümlerine sebep olurlar. İn vitro olarak oluşturulan remineralizasyon ile bu çözünürlük azaltılır fakat yine de normal mine yapısı oluşturulamaz.²⁴² Gangler ve Hoyer²⁴³ asitlenen mine yüzeyinin in vivo koşullarda remineralize olabileceğini fakat bu aşamanın her zaman tamamlanmadığını gözlemişlerdir. Braketler etrafında asit uygulaması ile oluşturulan pürüzlü, tutucu ve demineralize yüzeyler mineral kaybının sebebidir. Bu yüzden asitle pürüzlendirme sırasında sadece braketin yerleşeceği alanın asitlenmesi ya da asitle pürüzlendirilmiş tüm yüzeyin ara rezin tabaka ile örtülmesi gerektiği bildirilmiştir.¹⁸ Bu bulguların aksine, çalışmamıza dahil edilen 4 adeziv sistemden sadece Clearfil Protect Bond grubu incelenen tüm bölgelerde yüzeyin korunmasında korunmamasına göre kalsiyum miktarında Tablo 4.4' de görüldüğü gibi daha fazla bir azalma göstermiştir. Transbond Plus grubunda ise sadece braket altı bölgesinde fark gözlenmiştir. Bu bulgulardan anlaşıldığı gibi, bu iki self-etch adeziv sistem braket altı ile birlikte braket çevresine de uygulandığında daha az kalsiyum kaybına neden olmuşlardır.

Braketlerin yapıştırılmasında kullanılan adeziv sistemlerin etkisi ile mine yüzeyinde meydana gelen pürüzlülük sonucu rezinler kapiller hareketin de yardımı ile yüzeye penetre olur.²⁴⁴ Adeziv sistemler ile oluşan bu pürüzlü mine yapısı yanında braket altında da mikrosızıntının bulunması, bu bölgeyi deminerilizasyona karşı daha dirençsiz yapabilir. Çünkü remineralizasyonun braket altında bulunan mine yüzeyi üzerinde daha az etkili olduğu çalışmamızın ilk bölümünde de gözlenmiştir. Bu bilgiler ışında, çalışmamızda braket altındaki mine yüzeyinin yanısıra çevresindeki mine yüzeyi de mikrosızıntı açısından değerlendirilmiştir.

Çalışmamızın mikrosızıntı ile ilgili bulguları değerlendirildiğinde, incelenen tüm adeziv sistemlerin de braket altı bölgesinde neredeyse hiç mikrosızıntı oluşturmadıkları göze çarpmaktadır. Sadece yüzeyin korunması koşulu uygulandığında %37 H₃PO₄ + Transbond XT grubu self-etch adeziv sistem gruplarına göre braket altında anlamlı düzeyde daha fazla mikrosızıntıya sebep olmuştur (p<0,001). Klinik koşulları daha iyi taklit eden yüzey korunmayan grupta servikal ve okluzal bölgelerde Clearfil Protect Bond ve H₃PO₄ + Transbond XT gruplarında mikrosızıntı diğer gruplardan (Fuji Ortho LC ve Transbond Plus SEP) daha az bulunmuştur.

Uysal ve ark.¹⁸² braket altında mine-adeziv arayüzünde Transbond Plus SEP adeziv sisteminin etch-rinse (%37 H₃PO₄ + Transbond XT) adeziv sisteminden daha fazla miktarda mikrosızıntı oluşturduğunu bildirmiştir. Araştırmacılar bu bulgunun nedeni olarak, Transbond Plus ile rezin tagları oluşumunun meydana gelmemesi sonucu mineye rezin penetrasyonunun yeterli olamamasını göstermişlerdir. Çalışmamızın sonuçları bu çalışmanıninkilerle çelişmektedir. Çalışmamızdan farklı olarak, Uysal ve ark. mikrosızıntı miktarını dijital cetvel ile ölçtükten sonra daha subjektif olan skrolama yöntemi kullanmışlardır. Aynı zamanda, bazı çalışmalarla termal siklusun braket altındaki mikrosızıntıyı etkilemediğini destekleyerek çalışmalarında bu uygulamaya yer vermemişlerdir.

Retoratif diş hekimliğinde mikrosızıntıya sebep olan polimerizasyon büzülmesinin adeziv sistemlerde bulunan doldurucu içeriğinin azalmasıyla

arttığı gözlenmiştir.²⁴⁵ Büzülme sonucu diş ve kompozit restorasyonlar arasında ortaya çıkan streslere doldurucu içeriği yüksek akışkan rezinlerin dayanabildiği belirtilmiştir. Clearfil Prtect Bond doldurucu içerikli (%10 doldurucu) adeziv olarak kabul edilir.²⁴⁶ Bu rağmen, Arhun ve ark.¹³⁵ yaptıkları çalışmada braket altında mikrosızıntı miktarı açısından Clearfil Protect Bond ve etch-rinse (%37 H₃PO₄ + Transbond XT) adeziv sistemler arasında herhangi bir fark bulmamışlardır. Çalışmamızda yüzey korunmayan grupta gözlenen mikrosızıntı sonuçları bu çalışmanıninki ile benzerdir.

Ramoğlu ve ark.¹⁹⁵ Fuji Ortho LC (%37 H₃PO₄ ile beraber) ve etch-rinse (%37 H₃PO₄ + Transbond XT) adeziv sistemini mikrosızıntı miktarı açısından dijital cetvel ile ölçüm sonrası skrolama yaparak kıyasladıkları çalışmada RGCİA'in braket altında ve özellikle servikal sınırda anlamlı düzeyde daha fazla mikrosızıntıya neden olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda braket altında mikrosızıntı olmaması nedeniyle bu sonuç desteklenmemektedir.

Ortodontik tedavi sırasında servikal bölgede daha fazla BNL oluşumu nedeni, bu bölgenin temizliğinin zor olması ve anatomik yapısından kaynaklanır. Dişlerin servikalinde bulunan minenin prizmasız oluşu ya da düzensiz bir prizmatik yapı göstermesi, yine bu bölgede sert doku hacminin diğer bölgelere göre daha az oluşu, servikal mine yüzeyinin pöröz oluşu, mine-sement birleşim bölgesinin anatomik olarak değişik pozisyonlar göstermesi sebebi ile asitle pürüzlendirme sonucu bu bölgede yüzey geçirgenliğinin daha fazla olduğu bilinmektedir.²⁴⁴ Braket altındaki yüzeyi değerlendiren mikrosızıntı çalışmalarının hepsinde braket sınırı altındaki servikal alanın, okluzal alandan daha fazla mikrosızıntı miktarına sahip olması yukarıda bahsedilen nedenlere bağlanabilir. Servikal bölgede braket altında kalan adeziv miktarının daha fazla olması polimerizasyon büzülmesinin ve mikrosızıntının bu bölgede daha fazla olmasına neden olmaktadır.¹³⁵

Çalışmamızın bulguları değerlendirilirken, incelenen servikal ve okluzal bölgelerin diğer mikrosızıntı çalışmalarıyla farklılık gösterdiği unutulmamalıdır. Önceki çalışmalarda değerlendirme braket altı bölgesi ile sınırlıyken çalışmamızda braketin çevresindeki alan da değerlendirilmiştir. Dolayısıyla

uygulanan işlemlerin ve adeziv sistemlerin mine yüzeyinin geçirgenliğine etkisi gözönünde bulundurulmalıdır. Mikrosızıntı miktarı en az braket altında, en fazla ise servikal bölgede bulunmuştur. Bu bulgu da servikal bölgedeki minenin demineralizasyona daha az dirençli olduğunu göstermektedir.

Yüzey hazırlama şekli self-etch adeziv sistem gruplarının servikal ve okluzalde oluşturduğu mikrosızıntı miktarını etkilemiştir. Adezivin tüm yüzeye uygulanması, Clearfil Protect Bond grubunda daha az mikrosızıntıya neden olurken, Transbond Plus grubunda okluzalde daha fazla mikrosızıntı oluşturmuştur.

Yeterli bağlanma gücüne sahip ve braket çevresindeki demineralizasyonun azaltılmasında etkili olan adeziv sistemlerin geliştirilmesi ile ilgili çalışmalar günümüzde de devam etmektedir. Bu amaçla geliştirilen adeziv sistemlerde çürük oluşumunu azaltan flor ve/veya antibakteriyel özellik aranmaktadır. Çalışmamızda kullanılan self-etch adeziv sistemlerinden Clearfil Protect Bond ve Transbond Plus SEP, braket altında bulunan mine yüzeyinde kalsiyum kaybının önlenmesinde etch-rinse adeziv sistemine göre daha başarılı olmuşlardır. Kullanım kolaylıkları ile klinikte harcanan zamanı azaltmaları da gözönüne alındığında braketlerin yapıştırılmasında özellikle ağız hijyeni kötü olan hastalarda bu self-etch adeziv sistemlerin kullanılması avantajlı olabilecektir. Son zamanlarda literatürde demineralizasyonu azaltma etkilerine oldukça sık yer verilen florür salma özelliğine sahip Fuji Ortho LC adeziv sistemi, çalışmamızda kalsiyum kaybının azaltılmasında diğer adeziv sistemlerden daha etkili bulunmamıştır.

Sabit ortodontik tedavilerde braketleme yapılırken, uygulanan adezivlerin sadece braketin yerleşeceği alana uygulanması önerilmesine rağmen, çalışmamızın bulguları mikrosızıntı ve kalsiyum miktarı açısından mine yüzeyinin korunmasının bir avantajı olmadığını göstermiştir.

Bu çalışmada değerlendirilen tüm adeziv sistemler yapay çürük oluşumunun meydana getirildiği ortamda kalsiyum miktarında azalmaya neden olmamıştır. Ancak, adeziv sistemlerin kalsiyum kaybının azaltılmasında etkili

olmaları klinik anlamda her zaman BNL oluşumu insidansını da azalttıkları anlamına gelmeyebilir. Bu yüzden yapılması planlanan in vitro çalışmalarda, mineral kaybı ile beraber demineralizasyon derinliği ve alanının da değerlendirilmesi çalışmaların değerini arttıracaktır.

Çalışmamız ortodontik tedavi gören hastalarda ağız hijyenin yeterli derecede sağlanamadığı koşulları taklit etmesine rağmen bulgularımızın in vivo çalışmalarla desteklenmesi önemlidir. Bu nedenle in vivo koşullarda mineral kaybı, demineralizasyon derinliği ve alanının beraberce değerlendirilebildiği uygulanması kolay yöntemlere ihtiyaç vardır. Son yıllarda BNL oluşumu üzerinde etkinlikleri sıklıkla araştırılan rezin örtücülerin de çalışmamızda kullanılan adeziv sistemler ile in vivo ve in vitro koşullarda kantitatif olarak karşılaştırılması da gelecek çalışmalarda yer almalıdır.

Bu in vitro çalışmada ele alınan ve literatürde yer almayan önemli bir konu, braket altında oluşan mikrosızıntı ve bunun demineralizasyon üzerindeki etkisidir. Çalışmamızda klinik koşulların taklit edildiği yüzey korunmayan gruplarda tüm bölgelere göre braket altında mikrosızıntı miktarı en az miktarda olmasına rağmen kalsiyum kaybı miktarı en fazla olmuştur. Bu nedenle, mikrosızıntı ile demineralizasyon arasında bir ilişki en azından braket altı bölge için bulunamamıştır. Servikal bölgedeki mikrosızıntı miktarı ise diğer çalışmalarda olduğu gibi daha fazla bulunmuştur. BNL' nin daha fazla görüldüğü bu bölgede mikrosızıntının da daha fazla miktarda olması dikkat çekmektedir. Bölgeler arası bulguların farklılık göstermesi, mine yüzeyindeki farklı bölgelere göre mikrosızıntı ve demineralizasyonun arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmaların sayısının arttırılmasının gerekliliğine işaret etmektedir.

6. SONUÇ

- İncelenen tüm mine bölgelerinde kontrol grubu ile 4 adeziv sistem grupları arasında kalsiyum miktarı açısından fark bulunmamıştır.
- Kalsiyum miktarı açısından adeziv sistemler arasında farklılık sadece yüzeyin korunmadığı Grup B'de braket altı bölgede meydana gelmiştir. Self-etch adeziv sistemler (Clearfil Protect Bond ve Transbond Plus) diğer adeziv sistemlere (Fuji ve H₃PO₄ + Transbond XT) göre braket altında kalsiyum kaybının önlenmesinde daha etkili olmuşlardır (p<0,001).
- Tüm bölgeler içerisinde en fazla kalsiyum kaybı braket altında meydana gelmiştir. Kalsiyum kaybı açısından servikal ve okluzal bölgeler arasında farklılık gözlenmemiştir.
- Yüzeyin korunmadığı Grup B'de Clearfil Protect Bond grubu incelenen tüm mine bölgelerinde ve Transbond Plus grubu braket altında yüzey korunan (Grup A) gruplara göre kalsiyum kaybının önlenmesinde daha etkili olmuştur.
- Yüzey koruması ile uygulanan adeziv sistemler arasında %37 H₃PO₄ + Transbond XT grubu self-etch adeziv sistem gruplarına göre braket altında anlamlı düzeyde daha fazla mikrosızıntıya sebep olmuştur. Yüzey korunmayan grupta servikal ve okluzal bölgede Clearfil Protect Bond ve H₃PO₄ + Transbond XT gruplarında mikrosızıntı diğer gruplardan (Fuji Ortho LC ve Transbond Plus SEP) daha az bulunmuştur.
- Tüm bölgeler içerisinde en az mikrosızıntı miktarı braket altında, en fazla ise servikal bölgede meydana gelmiştir.
- Yüzey korumanın mikrosızıntı miktarının azaltılmasında Transbond Plus SEP grubunda okluzal bölgede etkisi görülmüştür. Yüzeyin korunmaması Clearfil Protect Bond grubunda servikal ve okluzal bölgede mikrosızıntı miktarının azaltılmasında etkili olmuştur.

7. KAYNAKLAR

1. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res 1955;34:849-853.
2. Newman GV. A posttreatment survey of direct bonding of metal brackets. American Journal of Orthodontics 1978;74:197-206.
3. Zachrisson BJ. A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. Am J Orthod 1977;71:173-189.
4. Chitnis D, Dunn WJ, Gonzales DA. Comparison of in-vitro bond strengths between resin-modified glass ionomer, polyacid-modified composite resin, and giomer adhesive systems. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 2006;129:330.e311-330.e316.
5. Øgaard B. Prevalence of white spot lesions in 19-year-olds: A study on untreated and orthodontically treated persons 5 years after treatment. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 1989;96:423-427.
6. O'Reilly MM, Featherstone JD. Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: an in vivo study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1987;92:33-40.
7. Arhun N, Arman A. Effects of Orthodontic Mechanics on Tooth Enamel: A Review. Seminars in Orthodontics 2007;13:281-291.
8. Øgaard B, Rølla G, Arends J. Orthodontic appliances and enamel demineralization : Part 1. Lesion development. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 1988;94:68-73.
9. Øgaard B BS, Duschner H. Chapter 3: Enamel effects during bonding-debonding and treatment with fixed appliances, in Graber TM, Eliades T, Athanasiou AE, eds: Risk Management in Orthodontics: Experts Guide to Malpractice. Hanover Park, IL, Quintessence Publishing, 2004, :pp 19-46
10. Øgaard B. White Spot Lesions During Orthodontic Treatment: Mechanisms and Fluoride Preventive Aspects. Seminars in Orthodontics 2008;14:183-193.
11. Fritz UB, Diedrich P, Finger WJ. Self-etching primers--an alternative to the conventional acid etch technique? J Orofac Orthop 2001;62:238-245.

12. Bishara SE, Oonsombat C, Ajlouni R, Denehy G. The effect of saliva contamination on shear bond strength of orthodontic brackets when using a self-etch primer. *Angle Orthod* 2002;72:554-557.
13. Hicks MJ, Flaitz CM, Garcia-Godoy F. Fluoride-releasing sealant and caries-like enamel lesion formation in vitro. *J Clin Pediatr Dent* 2000;24:215-219.
14. Sudjalim TR, Woods MG, Manton DJ, Reynolds EC. Prevention of demineralization around orthodontic brackets in vitro. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:705 e701-709.
15. Banks PA, Chadwick SM, Asher-McDade C, Wright JL. Fluoride-releasing elastomerics--a prospective controlled clinical trial. *Eur J Orthod* 2000;22:401-407.
16. Ogaard 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 Dentofacial Orthop* 1992;101:303-307.
17. Paris S, Meyer-Lueckel H, Mueller J, Hummel M, Kielbassa AM. Progression of sealed initial bovine enamel lesions under demineralizing conditions in vitro. *Caries Res* 2006;40:124-129.
18. Hu W, Featherstone JDB. Prevention of enamel demineralization: An in-vitro study using light-cured filled sealant. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2005;128:592-600.
19. Derks A, Kuijpers-Jagtman AM, Frencken JE, Van't Hof MA, Katsaros C. Caries preventive measures used in orthodontic practices: an evidence-based decision? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132:165-170.
20. Bishara SE, Ostby AW. White Spot Lesions: Formation, Prevention, and Treatment. *Seminars in Orthodontics* 2008;14:174-182.
21. Benson P. Evaluation of White Spot Lesions on Teeth with Orthodontic Brackets. *Seminars in Orthodontics* 2008;14:200-208.
22. Gladwin M BM. *Clinical Aspects of Dental Materials: Theory, Practice, and Cases*. Philadelphia, Pa: Lippincott Williams & Wilkins; 2004.
23. Avery J. In: Avery J (ed). *Essentials of Oral Histology and Embryology* 84-92. St. Louis: Mosby Inc 1992.

24. White SN, Luo W, Paine ML, Fong H, Sarikaya M, Snead ML. Biological organization of hydroxyapatite crystallites into a fibrous continuum toughens and controls anisotropy in human enamel. *J Dent Res* 2001;80:321-326.
25. Samara L.P. *Essential Microbiology for Dentistry*. China. Second Edition, Elsevier, 2002.
26. Newbrun E. *Cariology*. Second edition, s. 17-49, Williams and Wilkins., Baltimore, London, 1983.
27. Toto İ. Kavite Dezenfektanlarının ve Antibakteriyel Dentin Bonding Sisteminin, Kompomer Restorasyonların Mikrosızıntı ve Bağlanma Kuvvetlerine Etkisi [tez]. İzmir, Türkiye: Ege Üniversitesi; 2006.
28. Roberson TM, Heymann H, Swift EJ, Sturdevant CM. *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. St. Louis, Mo.: Mosby Elsevier; 2006.
29. Donly KJ, Sasa IS. Potential Remineralization of Postorthodontic Demineralized Enamel and the Use of Enamel Microabrasion and Bleaching for Esthetics. *Seminars in Orthodontics* 2008;14:220-225.
30. Serra MC, Cury JA. The in vitro effect of glass-ionomer cement restoration on enamel subjected to a demineralization and remineralization model. *Quintessence Int* 1992;23:143-147.
31. Mellberg JR, Chomicki WG, Mallon DE, Castrovince LA. Remineralization in vivo of artificial caries lesions by a monofluorophosphate dentifrice. *Caries Res* 1985;19:126-135.
32. Vieira AR, de Souza IP, Modesto A. Fluoride uptake and release by composites and glass ionomers in a high caries challenge situation. *Am J Dent* 1999;12:14-18.
33. Benham AW, Campbell PM, Buschang PH. Effectiveness of pit and fissure sealants in reducing white spot lesions during orthodontic treatment. A pilot study. *Angle Orthod* 2009;79:338-345.
34. Ogaard. Oral microbiological changes, long-term enamel alterations due to decalcification, and caries prophylactic aspects. In Brantley WA, Eliades T, eds: *Orthodontic Materials: Scientific and Clinical Aspects*. Stuttgart, Thieme, 2001, pp 123-142.

35. Zachrisson BU, Zachrisson S. Caries incidence and orthodontic treatment with fixed appliances. *Scand J Dent Res* 1971;79:183-192.
36. Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am J Orthod* 1982;81:93-98.
37. Alexander SA, Ripa LW. Effects of self-applied topical fluoride preparations in orthodontic patients. *Angle Orthod* 2000;70:424-430.
38. Boersma JG, van der Veen MH, Lagerweij MD, Bokhout B, Prahl-Andersen B. Caries prevalence measured with QLF after treatment with fixed orthodontic appliances: influencing factors. *Caries Res* 2005;39:41-47.
39. Sonis AL, Snell W. An evaluation of a fluoride-releasing, visible light-activated bonding system for orthodontic bracket placement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;95:306-311.
40. Zachrisson BU, Heimgard E, Ruyter IE, Mjor IA. Problems with sealants for bracket bonding. *Am J Orthod* 1979;75:641-649.
41. Willmot D. White Spot Lesions After Orthodontic Treatment. *Seminars in Orthodontics* 2008;14:209-219.
42. Sukontapitipark W, el-Agroudi MA, Selliseth NJ, Thunold K, Selvig KA. Bacterial colonization associated with fixed orthodontic appliances. A scanning electron microscopy study. *Eur J Orthod* 2001;23:475-484.
43. Artun J, Brobakken BO. Prevalence of carious white spots after orthodontic treatment with multibonded appliances. *Eur J Orthod* 1986;8:229-234.
44. Ten Cate J.M. M-S. Working Group Report 1: Laboratory Models For Caries. *Adv Dent Res*, 9(3):332-334. 1995.
45. Benson PE, Parkin N, Millett DT, Dyer FE, Vine S, Shah A. Fluorides for the prevention of white spots on teeth during fixed brace treatment. *Cochrane Database Syst Rev* 2004:CD003809.
46. Bonner BC, Clarkson JE, Dobbryn L, Khanna S. Slow-release fluoride devices for the control of dental decay. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2006.
47. Benson PE, Pender N, Higham SM. Quantifying enamel demineralization from teeth with orthodontic brackets--a comparison of two methods. Part 1: repeatability and agreement. *Eur J Orthod* 2003;25:149-158.

48. Benson PE, Shah AA, Willmot DR. Measurement of white lesions surrounding orthodontic brackets: captured slides vs digital camera images. *Angle Orthod* 2005;75:226-230.
49. Murphy TC, Willmot DR, Rodd HD. Management of postorthodontic demineralized white lesions with microabrasion: a quantitative assessment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:27-33.
50. Al-Khateeb S, Forsberg CM, de Josselin de Jong E, Angmar-Mansson B. A longitudinal laser fluorescence study of white spot lesions in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;113:595-602.
51. Paschos E, Kurochkina N, Huth KC, Hansson CS, Rudzki-Janson I. Failure rate of brackets bonded with antimicrobial and fluoride-releasing, self-etching primer and the effect on prevention of enamel demineralization. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2009;135:613-620.
52. Benson PE, Pender N, Higham SM. An in situ caries model to study demineralisation during fixed orthodontics. *Clin Orthod Res* 1999;2:143-153.
53. Doherty UB, Benson PE, Higham SM. Fluoride-releasing elastomeric ligatures assessed with the in situ caries model. *Eur J Orthod* 2002;24:371-378.
54. Clasen AB, Ogaard B. Experimental intra-oral caries models in fluoride research. *Acta Odontol Scand* 1999;57:334-341.
55. ten Bosch JJ, Borsboom PC, ten Cate JM. A nondestructive method for monitoring de- and remineralization of enamel. *Caries Res* 1980;14:90-95.
56. de Josselin de Jong E, Sundstrom F, Westerling H, Tranaeus S, ten Bosch JJ, Angmar-Mansson B. A new method for in vivo quantification of changes in initial enamel caries with laser fluorescence. *Caries Res* 1995;29:2-7.
57. Schneiderman A, Elbaum M, Shultz T, Keem S, Greenebaum M, Driller J. Assessment of dental caries with Digital Imaging Fiber-Optic Transillumination (DIFOTI): in vitro study. *Caries Res* 1997;31:103-110.
58. Lussi A, Imwinkelried S, Pitts N, Longbottom C, Reich E. Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Res* 1999;33:261-266.

59. Demito CF, Vivaldi-Rodrigues G, Ramos AL, Bowman SJ. The efficacy of a fluoride varnish in reducing enamel demineralization adjacent to orthodontic brackets: an in vitro study. *Orthod Craniofac Res* 2004;7:205-210.
60. Paschos E, Kleinschrodt T, Clementino-Luedemann T, Huth KC, Hickel R, Kunzelmann KH et al. Effect of different bonding agents on prevention of enamel demineralization around orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:603-612.
61. Schmit JL, Staley RN, Wefel JS, Kanellis M, Jakobsen JR, Keenan PJ. Effect of fluoride varnish on demineralization adjacent to brackets bonded with RMGI cement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;122:125-134.
62. Todd MA, Staley RN, Kanellis MJ, Donly KJ, Wefel JS. Effect of a fluoride varnish on demineralization adjacent to orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1999;116:159-167.
63. Tüfekçi E, Merrill TE, Pintado MR, Beyer JP, Brantley WA. Enamel loss associated with orthodontic adhesive removal on teeth with white spot lesions: an in vitro study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2004;125:733-739.
64. Zandona AF, Zero DT. Diagnostic tools for early caries detection. *J Am Dent Assoc* 2006;137:1675-1684; quiz 1730.
65. de Moura MS, de Melo Simplicio AH, Cury JA. In-vivo effects of fluoridated antiplaque dentifrice and bonding material on enamel demineralization adjacent to orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:357-363.
66. Gorton J, Featherstone JD. In vivo inhibition of demineralization around orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:10-14.
67. Pascotto RC, Navarro MFdL, Filho LC, Cury JA. In vivo effect of a resin-modified glass ionomer cement on enamel demineralization around orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2004;125:36-41.
68. Hibst R, Paulus R. A new approach on fluorescence spectroscopy for caries detection. *Lasers in Dentistry V, Proceedings Of* 1999;3593:141-147 244.

69. Featherstone JD, ten Cate JM, Shariati M, Arends J. Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries Res* 1983;17:385-391.
70. Dankner E, Neev J, Stabholz A, Rotstein I. Effect of XeCl-308nm excimer laser on the mineral content of human dentin. *Endod Dent Traumatol* 1997;13:234-237.
71. Moshonov J, Stabholz A, Bar-Hilel R, Peretz B. Chemical analysis and surface morphology of enamel and dentin following 9.6mu CO2 laser irradiation versus high speed drilling. *J Dent* 2005;33:427-432.
72. Meng CL, Wang WN, Yeh IS. Fluoridated etching on orthodontic bonding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;112:259-262.
73. Sorel O, El Alam R, Chagneau F, Cathelineau G. Comparison of bond strength between simple foil mesh and laser-structured base retention brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;122:260-266.
74. Wang WN, Meng CL, Tarng TH. Bond strength: a comparison between chemical coated and mechanical interlock bases of ceramic and metal brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;111:374-381.
75. Zinelis S, Annousaki O, Eliades T, Makou M. Elemental composition of brazing alloys in metallic orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2004;74:394-399.
76. Chadwick BL, Roy J, Knox J, Treasure ET. The effect of topical fluorides on decalcification in patients with fixed orthodontic appliances: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:601-606; quiz 670.
77. Derks A, Katsaros C, Frencken JE, van't Hof MA, Kuijpers-Jagtman AM. Caries-inhibiting effect of preventive measures during orthodontic treatment with fixed appliances. A systematic review. *Caries Res* 2004;38:413-420.
78. Zachrisson BU. Fluoride application procedures in orthodontic practice, current concepts. *Angle Orthod* 1975;45:72-81.
79. Linton JL. Quantitative measurements of remineralization of incipient caries. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;110:590-597.
80. Willmot DR. White lesions after orthodontic treatment: does low fluoride make a difference? *J Orthod* 2004;31:235-242; discussion 202.

81. Ogard B, Seppa L, Rolla G. Professional topical fluoride applications--clinical efficacy and mechanism of action. *Adv Dent Res* 1994;8:190-201.
82. Silverstone LM. Fissure sealants. Laboratory studies. *Caries Res* 1974;8:2-26.
83. Joseph VP, Rossouw PE, Basson NJ. Some "sealants" seal--A scanning electron microscopy (SEM) investigation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1994;105:362-368.
84. Banks PA, Richmond S. Enamel sealants: a clinical evaluation of their value during fixed appliance therapy. *Eur J Orthod* 1994;16:19-25.
85. Frazier MC, Southard TE, Doster PM. Prevention of enamel demineralization during orthodontic treatment: an in vitro study using pit and fissure sealants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;110:459-465.
86. Wenderoth CJ, Weinstein M, Borislow AJ. Effectiveness of a fluoride-releasing sealant in reducing decalcification during orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1999;116:629-634.
87. Bishara SE, Oonsombat C, Soliman MM, Warren J. Effects of using a new protective sealant on the bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2005;75:243-246.
88. Vivaldi-Rodrigues G, Demito CF, Bowman SJ, Ramos AL. The effectiveness of a fluoride varnish in preventing the development of white spot lesions. *World J Orthod* 2006;7:138-144.
89. Craig R.G. Applied surface phenomena. Applied surface phenomena. In: Craig RG, Powers JM, editors. *Restorative dental materials*. 11th ed. St. Louis: Mosby; 2002. 19-37.
90. Powers JM MM. Enamel etching and bond strength. In: Brantley WA, Eliades T, editors. *Orthodontic materials: scientific and clinical aspects*. New York: Thieme; 2001. 107-22.
91. Kimura T, Dunn WJ, Taloumis LJ. Effect of fluoride varnish on the in vitro bond strength of orthodontic brackets using a self-etching primer system.

American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 2004;125:351-356.

92. O'Dwyer JJ, Tinsley D, Benson PE. The effect of stretching on the release of fluoride from fluoridated elastomeric ligatures. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 2005;128:471-476.

93. Korbmacher HM, Huck L, Kahl-Nieke B. Fluoride-releasing adhesive and antimicrobial self-etching primer effects on shear bond strength of orthodontic brackets. Angle Orthod 2006;76:845-850.

94. Boyd RL, Chun YS. Eighteen-month evaluation of the effects of a 0.4% stannous fluoride gel on gingivitis in orthodontic patients. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1994;105:35-41.

95. Ogaard B, Gjermo P, Rolla G. Plaque-inhibiting effect in orthodontic patients of a dentifrice containing stannous fluoride. Am J Orthod 1980;78:266-272.

96. Ullsfoss BN, Ogaard B, Arends J, Ruben J, Rolla G, Afseth J. Effect of a combined chlorhexidine and NaF mouthrinse: an in vivo human caries model study. Scand J Dent Res 1994;102:109-112.

97. Ogaard B, Larsson E, Henriksson T, Birkhed D, Bishara SE. Effects of combined application of antimicrobial and fluoride varnishes in orthodontic patients. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001;120:28-35.

98. Twetman S, McWilliam JS, Hallgren A, Oliveby A. Cariostatic effect of glass ionomer retained orthodontic appliances. An in vivo study. Swed Dent J 1997;21:169-175.

99. Bishara SE, Soliman M, Laffoon J, Warren JJ. Effect of antimicrobial monomer-containing adhesive on shear bond strength of orthodontic brackets. Angle Orthod 2005;75:397-399.

100. van der Veen MH, Mattousch T, Boersma JG. Longitudinal development of caries lesions after orthodontic treatment evaluated by quantitative light-induced fluorescence. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 2007;131:223-228.

101. van der Veen MH, Mattousch T, Boersma JG. Longitudinal development of caries lesions after orthodontic treatment evaluated by quantitative light-induced fluorescence. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;131:223-228.

102. Øgaard B, Ten Bosch JJ. Regression of white spot enamel lesions. A new optical method for quantitative longitudinal evaluation in vivo. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1994;106:238-242.
103. O'Reilly MM, Featherstone JDB. Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: An in vivo study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1987;92:33-40.
104. Fjeld M, Ogaard B. Scanning electron microscopic evaluation of enamel surfaces exposed to 3 orthodontic bonding systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:575-581.
105. Al-Khateeb S, Exterkate R, Angmar-Mansson B, ten Cate JM. Effect of acid-etching on remineralization of enamel white spot lesions. *Acta Odontol Scand* 2000;58:31-36.
106. Artun J, Thylstrup A. Clinical and scanning electron microscopic study of surface changes of incipient caries lesions after debonding. *Scand J Dent Res* 1986;94:193-201.
107. Aljehani A, Yousif MA, Angmar-Mansson B, Shi XQ. Longitudinal quantification of incipient carious lesions in postorthodontic patients using a fluorescence method. *Eur J Oral Sci* 2006;114:430-434.
108. Holmen L, Thylstrup A, Artun J. Surface changes during the arrest of active enamel carious lesions in vivo. A scanning electron microscope study. *Acta Odontol Scand* 1987;45:383-390.
109. Bussadori SK, do Rego MA, da Silva PE, Pinto MM, Pinto AC. Esthetic alternative for fluorosis blemishes with the usage of a dual bleaching system based on hydrogen peroxide at 35%. *J Clin Pediatr Dent* 2004;28:143-146.
110. Knosel 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;77:646-652.
111. Donly KJ. The adolescent patient: special whitening challenges. *Compend Contin Educ Dent* 2003;24:390-396.
112. Croll TP, Bullock GA. Enamel microabrasion for removal of smooth surface decalcification lesions. *J Clin Orthod* 1994;28:365-370.

113. Welbury RR, Carter NE. The hydrochloric acid-pumice microabrasion technique in the treatment of post-orthodontic decalcification. *Br J Orthod* 1993;20:181-185.
114. Donly KJ, O'Neill M, Croll TP. Enamel microabrasion: a microscopic evaluation of the "abrosion effect". *Quintessence Int* 1992;23:175-179.
115. Segura A, Donly KJ, Wefel JS. The effects of microabrasion on demineralization inhibition of enamel surfaces. *Quintessence Int* 1997;28:463-466.
116. Segura A, Donly KJ, Wefel JS, Drake D. Effect of enamel microabrasion on bacterial colonization. *Am J Dent* 1997;10:272-274.
117. Püşman E. Farklı Mikroadeziv ve Retantif Preparasyon Tekniklerinin Termal Ajitasyona Uğratılmış Travmatize Ön Diş Kırıklarında İmpakt Kuvvetlerine Dayanımının İn Vitro Koşullarda İncelenmesi [tez]. Ankara,Türkiye: Hacettepe Üniversitesi; 2009.
118. Lambrechts P VMB, Perdigao J, G V. Adhesives: Dos and Don'ts. In: Roulet J, Degrange M (eds). *Adhesion: The silent revolution in dentistry*. Illinois: Quintessence Publishing Co, Inc, 45-60. 2000.
119. Kramer PF, Zelante F, Simionato MR. The immediate and long-term effects of invasive and noninvasive pit and fissure sealing techniques on the microflora in occlusal fissures of human teeth. *Pediatr Dent* 1993;15:108-112.
120. Gwinnett AJ. Histologic changes in human enamel following treatment with acidic adhesive conditioning agents. *Arch Oral Biol* 1971;16:731-738.
121. Fjeld M, Øgaard B. Scanning electron microscopic evaluation of enamel surfaces exposed to 3 orthodontic bonding systems. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2006;130:575-581.
122. Katora ME, Jubach T, Polimus MM. Airbrasive etching of the enamel surface. *Quintessence Int Dent Dig* 1981;12:967-968.
123. Olsen ME, Bishara SE, Damon P, Jakobsen JR. Evaluation of Scotchbond multipurpose and maleic acid as alternative methods of bonding orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1997;111:498-501.

124. van Waveren Hogervorst WL, Feilzer AJ, Prahl-Andersen B. The air-abrasion technique versus the conventional acid-etching technique: A quantification of surface enamel loss and a comparison of shear bond strength. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2000;117:20-26.
125. Van Meerbeek B DMJ, Yoshida Y, Inoue S., Vargas M VP, Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges. *Oper Dent* 2003; 28:215-235.
126. Chiba Y, Yamaguchi K, Miyazaki M, Tsubota K, Takamizawa T, Moore BK. Effect of air-drying time of single-application self-etch adhesives on dentin bond strength. *Oper Dent* 2006;31:233-239.
127. Cacciafesta V, Sfondrini MF, Scribante A, De Angelis M, Klersy C. Effect of blood contamination on shear bond strength of brackets bonded with a self-etching primer combined with a resin-modified glass ionomer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:703-708.
128. Miller RA. Laboratory and clinical evaluation of a self-etching primer. *J Clin Orthod* 2001;35:42-45.
129. Buonocore MG. Principles of Adhesive Retention and Adhesive Restorative Materials. *J Am Dent Assoc* 1963;67:382-391.
130. Keizer S, ten Cate JM, Arends J. Direct bonding of orthodontic brackets. *Am J Orthod* 1976;69:318-327.
131. Lopez JI. Retentive shear strengths of various bonding attachment bases. *Am J Orthod* 1980;77:669-678.
132. Reynolds I. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod*. 1975;2:171–178.
133. Bowen RL, Rodriguez MS. Tensile strength and modulus of elasticity of tooth structure and several restorative materials. *J Am Dent Assoc* 1962;64:378-387.
134. Retief DH. Failure at the dental adhesive-etched enamel interface. *J Oral Rehabil* 1974;1:265-284.
135. Arhun N, Arman A, Cehreli SB, Arikan S, Karabulut E, Gulsahi K. Microleakage beneath ceramic and metal brackets bonded with a conventional and an antibacterial adhesive system. *Angle Orthod* 2006;76:1028-1034.

136. Bishara SE, Ajlouni R, Laffoon J, Warren J. Effects of modifying the adhesive composition on the bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2002;72:464-467.
137. Buyukyilmaz T, Usumez S, Karaman AI. Effect of self-etching primers on bond strength--are they reliable? *Angle Orthod* 2003;73:64-70.
138. 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 Dentofacial Orthop* 2003;123:633-640.
139. Grubisa HS, Heo G, Raboud D, Glover KE, Major PW. An evaluation and comparison of orthodontic bracket bond strengths achieved with self-etching primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:213-219; quiz 255.
140. Ireland AJ, Knight H, Sherriff M. An in vivo investigation into bond failure rates with a new self-etching primer system. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2003;124:323-326.
141. Cehreli ZC, Kecik D, Kocadereli I. Effect of self-etching primer and adhesive formulations on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127:573-579; quiz 625-576.
142. Hannig M, Grafe A, Atalay S, Bott B. Microleakage and SEM evaluation of fissure sealants placed by use of self-etching priming agents. *J Dent* 2004;32:75-81.
143. Perry AO, Rueggeberg FA. The effect of acid primer or conventional acid etching on microleakage in a photoactivated sealant. *Pediatr Dent* 2003;25:127-131.
144. Tanna N, Kao E, Gladwin M, Ngan PW. Effects of sealant and self-etching primer on enamel decalcification. Part I: an in-vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:199-205.
145. Ghiz MA, Ngan P, Kao E, Martin C, Gunel E. Effects of sealant and self-etching primer on enamel decalcification. Part II: An in-vivo study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2009;135:206-213.

146. Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Snauwaert J, Hellemans L, Lambrechts P et al. Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces. *J Dent Res* 2000;79:709-714.
147. Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. *Br Dent J* 1972;132:133-135.
148. Kakaboura A VG. Cements in orthodontics. In: Brantley WA, Eliades T, editors. *Orthodontic materials: scientific and clinical aspects*. New York: Thieme; 2001. p. 229-37.
149. Creanor SL, Carruthers LM, Saunders WP, Strang R, Foye RH. Fluoride uptake and release characteristics of glass ionomer cements. *Caries Res* 1994;28:322-328.
150. Swartz ML, Phillips RW, Clark HE. Long-term F release from glass ionomer cements. *J Dent Res* 1984;63:158-160.
151. Hotz P, McLean JW, Sced I, Wilson AD. The bonding of glass ionomer cements to metal and tooth substrates. *Br Dent J* 1977;142:41-47.
152. Wiltshire WA. Shear bond strengths of a glass ionomer for direct bonding in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;106:127-130.
153. Hallgren A, Oliveby A, Twetman S. Caries associated microflora in plaque from orthodontic appliances retained with glass ionomer cement. *Scand J Dent Res* 1992;100:140-143.
154. 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;69:65-70.
155. Forss H. Release of fluoride and other elements from light-cured glass ionomers in neutral and acidic conditions. *J Dent Res* 1993;72:1257-1262.
156. Komori A, Ishikawa H. Evaluation of a resin-reinforced glass ionomer cement for use as an orthodontic bonding agent. *Angle Orthod* 1997;67:189-195.
157. McCourt JW, Cooley RL, Barnwell S. Bond strength of light-cure fluoride-releasing base-liners as orthodontic bracket adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;100:47-52.

158. Bishara SE, Ostby AW, Laffoon JF, Warren J. Shear bond strength comparison of two adhesive systems following thermocycling. A new self-etch primer and a resin-modified glass ionomer. *Angle Orthod* 2007;77:337-341.
159. Bishara SE, VonWald L, Olsen ME, Laffoon JF. Effect of time on the shear bond strength of glass ionomer and composite orthodontic adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116:616-620.
160. Coups-Smith KS, Rossouw PE, Titley KC. Glass ionomer cements as luting agents for orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2003;73:436-444.
161. Rix D, Foley TF, Mamandras A. Comparison of bond strength of three adhesives: composite resin, hybrid GIC, and glass-filled GIC. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;119:36-42.
162. Silverman E, Cohen M, Demke RS, Silverman M. A new light-cured glass ionomer cement that bonds brackets to teeth without etching in the presence of saliva. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;108:231-236.
163. Summers A, Kao E, Gilmore J, Gunel E, Ngan P. Comparison of bond strength between a conventional resin adhesive and a resin-modified glass ionomer adhesive: an in vitro and in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:200-206; quiz 254-205.
164. Yamada R, Hayakawa T, Kasai K. Effect of using self-etching primer for bonding orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2002;72:558-564.
165. Li C. Observations on the structure of human dental enamel in the SEM with emphasis on specimen preparation procedures [thesis]. Oslo, Norway: University of Oslo; 2003.
166. Eliades T. Orthodontic materials research and applications: part 1. Current status and projected future developments in bonding and adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:445-451.
167. Cacciafesta V, Sfondrini MF, Tagliani P, Klersy C. In-vitro fluoride release rates from 9 orthodontic bonding adhesives. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2007;132:656-662.
168. Chung CK, Millett DT, Creanor SL, Gilmour WH, Foye RH. Fluoride release and cariostatic ability of a compomer and a resin-modified glass ionomer cement used for orthodontic bonding. *J Dent* 1998;26:533-538.

169. 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. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1999;116:518-521.
170. Mandall NA, Millett DT, Mattick CR, Hickman J, Macfarlane TV, Worthington HV. Adhesives for fixed orthodontic brackets. *Cochrane Database Syst Rev* 2003;CD002282.
171. Imazato S, Kinomoto Y, Tarumi H, Ebisu S, Tay FR. Antibacterial activity and bonding characteristics of an adhesive resin containing antibacterial monomer MDPB. *Dent Mater* 2003;19:313-319.
172. Arhun N, Arman A, Sesen C, Karabulut E, Korkmaz Y, Gokalp S. Shear bond strength of orthodontic brackets with 3 self-etch adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129:547-550.
173. Eminkahyagil N, Korkmaz Y, Gokalp S, Baseren M. Shear bond strength of orthodontic brackets with newly developed antibacterial self-etch adhesive. *Angle Orthod* 2005;75:843-848.
174. Featherstone JD. Modeling the caries-inhibitory effects of dental materials. *Dent Mater* 1996;12:194-197.
175. Staninec M, Giles WS, Saiku JM, Hattori M. Caries penetration and cement thickness of three luting agents. *Int J Prosthodont* 1988;1:259-263.
176. Curzon MEJ ZD, Treasure PE, Eisenberg AD, Featherstone JDB. Evaluation of a sterilizable artificial mouth to study plaque and enamel demineralization. *Foods, Nutrition and Dental Health* 1984:7-14.
177. Stookey GK, Warrick JM, Miller LL, Greene AL. Animal caries models for evaluating fluoride dentifrices. *Adv Dent Res* 1995;9:198-207; discussion 208-113.
178. Kidd EA. Microleakage: a review. *J Dent* 1976;4:199-206.
179. Bullard RH, Leinfelder KF, Russell CM. Effect of coefficient of thermal expansion on microleakage. *J Am Dent Assoc* 1988;116:871-874.
180. Lutz F, Krejci I, Barbakow F. Quality and durability of marginal adaptation in bonded composite restorations. *Dent Mater* 1991;7:107-113.

181. Arikan S, Arhun N, Arman A, Cehreli SB. Microleakage beneath ceramic and metal brackets photopolymerized with LED or conventional light curing units. *Angle Orthod* 2006;76:1035-1040.
182. Uysal T, Ulker M, Ramoglu SI, Ertas H. Microleakage under metallic and ceramic brackets bonded with orthodontic self-etching primer systems. *Angle Orthod* 2008;78:1089-1094.
183. Taylor MJ, Lynch E. Microleakage. *J Dent* 1992;20:3-10.
184. Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent* 1997;22:173-185.
185. Charlton DG, Moore BK. In vitro evaluation of two microleakage detection tests. *J Dent* 1992;20:55-58.
186. Fitchie JG, Reeves GW, Scarbrough AR, Hembree JH. Microleakage of two new dentinal bonding systems. *Quintessence Int* 1990;21:749-752.
187. Tiritoğlu M. Kenar sızıntısı belirleme yöntemleri. *Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 17: 11-15, 1993.
188. Shortall AC. Microleakage, marginal adaptation and composite resin restorations. *Br Dent J* 1982;153:223-227.
189. Douglas WH, Chen CJ, Craig RG. Neutron activation analysis of microleakage around a hydrophobic composite restorative. *J Dent Res* 1980;59:1507-1510.
190. Türkün LS EZ. Estetik restoratif materyallerin mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan gereç ve yöntemlerin karşılaştırılması. *GÜ Dis Hek Fak Derg* 2004;21:243-151.
191. Retief DH. Standardizing laboratory adhesion tests. *Am J Dent* 1991;4:231-236.
192. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent* 1999;27:89-99.
193. Baysal A, Uysal T, Ulker M, Usumez S. Effects of high-intensity curing lights on microleakage under bonded lingual retainers. *Angle Orthod* 2008;78:1084-1088.

194. James JW, Miller BH, English JD, Tadlock LP, Buschang PH. Effects of high-speed curing devices on shear bond strength and microleakage of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:555-561.
195. Ramoglu SI, Uysal T, Ulker M, Ertas H. Microleakage under ceramic and metallic brackets bonded with resin-modified glass ionomer. *Angle Orthod* 2009;79:138-143.
196. Ulker M, Uysal T, Ramoglu SI, Ertas H. Microleakage under orthodontic brackets using high-intensity curing lights. *Angle Orthod* 2009;79:144-149.
197. Uysal T, Ulker M, Baysal A, Usumez S. Different lingual retainer composites and the microleakage between enamel-composite and wire-composite interfaces. *Angle Orthod* 2008;78:941-946.
198. Korasli D, Ziraman F, Ozyurt P, Cehreli SB. Microleakage of self-etch primer/adhesives in endodontically treated teeth. *J Am Dent Assoc* 2007;138:634-640.
199. Burgess JO, DeGoes M, Walker R, Ripps AH. An evaluation of four light-curing units comparing soft and hard curing. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1999;11:125-132; quiz 134.
200. Sener Y, Uysal T, Basciftci FA, Demir A, Botsali MS. Conventional and high-intensity halogen light effects on polymerization shrinkage of orthodontic adhesives. *Angle Orthod* 2006;76:677-681.
201. Uno S, Finger WJ. Effect of acid etchant composition and etch duration on enamel loss and resin composite bonding. *Am J Dent* 1995;8:165-169.
202. Celiberti P, Lussi A. Use of a self-etching adhesive on previously etched intact enamel and its effect on sealant microleakage and tag formation. *J Dent* 2005;33:163-171.
203. Kubo S, Yokota H, Sata Y, Hayashi Y. Microleakage of self-etching primers after thermal and flexural load cycling. *Am J Dent* 2001;14:163-169.
204. Ogaard B. Prevalence of white spot lesions in 19-year-olds: a study on untreated and orthodontically treated persons 5 years after treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;96:423-427.

205. Sudjalim TR, Woods MG, Manton DJ. Prevention of white spot lesions in orthodontic practice: a contemporary review. *Aust Dent J* 2006;51:284-289; quiz 347.
206. Ogaard B, Rolla G, Arends J. Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 1. Lesion development. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;94:68-73.
207. Ten Cate JM. In vitro studies on the effects of fluoride on de- and remineralization. *J Dent Res* 1990;69 Spec No:614-619; discussion 634-616.
208. 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;19:207-214.
209. Newman RA, Newman GV, Sengupta A. In vitro bond strengths of resin modified glass ionomer cements and composite resin self-cure adhesives: introduction of an adhesive system with increased bond strength and inhibition of decalcification. *Angle Orthod* 2001;71:312-317.
210. Powers JM, Kim HB, Turner DS. Orthodontic adhesives and bond strength testing. *Semin Orthod* 1997;3:147-156.
211. Hu W, Featherstone JD. Prevention of enamel demineralization: an in-vitro study using light-cured filled sealant. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:592-600; quiz 670.
212. Zachrisson, B.U., Büyükyılmaz, T., 2005. Bonding in orthodontics. *Orthodontics: current principles and techniques*. 14, 579-659.
213. Geiger AM, Gorelick L, Gwinnett AJ, Griswold PG. The effect of a fluoride program on white spot formation during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;93:29-37.
214. Patel P. Surface morphology and film thickness of sealant following abrasion and exposure to acidic environments: an in vitro study [thesis]. Morgantown, WV: West Virginia University; 1998.
215. Geiger AM, Gorelick L, Gwinnett AJ, Griswold PG. The effect of a fluoride program on white spot formation during orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1988;93:29-37.

216. Silverstone LM. The acid etch technique: in vitro studies with special reference to the enamel surface and the enamel-resin interface. Proceedings of an International Symposium on the acid etch technique. St. Paul, Minn: North Central Publishing Company; 1975. p. 13-39.
217. Zimmer BW, Rottwinkel Y. Assessing patient-specific decalcification risk in fixed orthodontic treatment and its impact on prophylactic procedures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:318-324.
218. Øgaard B, Larsson E, Henriksson T, Birkhed D, Bishara SE. Effects of combined application of antimicrobial and fluoride varnishes in orthodontic patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2001;120:28-35.
219. Øgaard B RG. Cariological aspects of treatment with fixed orthodontic appliances. 2. New concept on cariostatic mechanism of topical fluoride. *Kieferorthopa˘dische Mitteilungen*. 1993;6:45–51.
220. Imazato S. Antibacterial properties of resin composites and dentin bonding systems. *Dent Mater* 2003;19:449-457.
221. Xu X YJ, Ling L, Chen L, Wang Y. Fluoride release and bonding strength of experimental fluoide-releasing bonding agent [abstract 0113]. *IADR* 2007.
222. Schmit JL, Staley RN, Wefel JS, Kanellis M, Jakobsen JR, Keenan PJ. Effect of fluoride varnish on demineralization adjacent to brackets bonded with RMGI cement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2002;122:125-134.
223. Lee SM, Freer TJ, Basford KE. Microleakage at the etched enamel-resin interface with bonded orthodontic brackets. *Aust Orthod J* 1986;9:270-275.
224. Raskin A, Tassery H, D'Hoore W, Gonthier S, Vreven J, Degrange M et al. Influence of the number of sections on reliability of in vitro microleakage evaluations. *Am J Dent* 2003;16:207-210.
225. Gale MS, Darvell BW, Cheung GS. Three-dimensional reconstruction of microleakage pattern using a sequential grinding technique. *J Dent* 1994;22:370-375.
226. Mizrahi E. Enamel demineralization following orthodontic treatment. *Am J Orthod* 1982;82:62-67.

227. Barry GR. A clinical investigation of the effects of omission of pumice prophylaxis on band and bond failure. *Br J Orthod* 1995;22:245-248.
228. Hosein I, Sherriff M, Ireland AJ. Enamel loss during bonding, debonding, and cleanup with use of a self-etching primer. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2004;126:717-724.
229. Sideridou I, Achilias DS, Kyrikou E. Thermal expansion characteristics of light-cured dental resins and resin composites. *Biomaterials* 2004;25:3087-3097.
230. Kielbassa AM, Gillmann L, Zantner C, Meyer-Lueckel H, Hellwig E, Schulte-Monting J. Profilometric and microradiographic studies on the effects of toothpaste and acidic gel abrasivity on sound and demineralized bovine dental enamel. *Caries Res* 2005;39:380-386.
231. Featherstone JD, Glena R, Shariati M, Shields CP. Dependence of in vitro demineralization of apatite and remineralization of dental enamel on fluoride concentration. *J Dent Res* 1990;69 Spec No:620-625; discussion 634-626.
232. Legler LR, Retief DH, Bradley EL. Effects of phosphoric acid concentration and etch duration on enamel depth of etch: an in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;98:154-160.
233. Bishara SE, VonWald L, Laffoon JF, Warren JJ. Effect of a self-etch primer/adhesive on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;119:621-624.
234. Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater* 2001;17:296-308.
235. 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;28:215-235.
236. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. *Dent Mater* 2001;17:430-444.
237. Diedrich P. Enamel alterations from bracket bonding and debonding: a study with the scanning electron microscope. *Am J Orthod* 1981;79:500-522.

238. Holzmeier M, Schaubmayr M, Dasch W, Hirschfelder U. A new generation of self-etching adhesives: comparison with traditional acid etch technique. *J Orofac Orthop* 2008;69:78-93.
239. Vorhies AB, Donly KJ, Staley RN, Wefel JS. Enamel demineralization adjacent to orthodontic brackets bonded with hybrid glass ionomer cements: an in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;114:668-674.
240. Wiltshire WA, Janse van Rensburg SD. Fluoride release from four visible light-cured orthodontic adhesive resins. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;108:278-283.
241. SJ. M. An in vitro study on the effect of brushing with a fluoridated dentifrice on the amount of fluoride released from two resin-modified glass ionomer cements [thesis]. Iowa City: The University of Iowa; 1997.
242. Silverstone LM. Fissure sealants: the susceptibility to dissolution of acid-etched and subsequently abraded enamel in vitro. *Caries Res* 1977;11:46-51.
243. Gangler P, Hoyer I. In vivo remineralization of etched human and rat enamel. *Caries Res* 1984;18:336-343.
244. Bayne C.S. TYJ, Taylor F.D. *Dental Materials*. Eds.: Roberson M.T., Heymann H.O., Swift J.E. *Operative Dentistry*. Fourth edition, s. 133-235, The CV Mosby, St. Louis, 2002.
245. Miyazaki M, Hinoura K, Onose H, Moore BK. Effect of filler content of light-cured composites on bond strength to bovine dentine. *J Dent* 1991;19:301-303.
246. Van Meerbeek B, Willems G, Celis JP, Roos JR, Braem M, Lambrechts P et al. Assessment by nano-indentation of the hardness and elasticity of the resin-dentin bonding area. *J Dent Res* 1993;72:1434-1442.