



T.C.

**ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**DİYOT LAZERLE YAPILAN BEYAZLATMA SONRASI
FARKLI JENERASYON ADEZİV SİSTEMLERİN
MİNEYE OLAN BAĞLANMA DAYANIMLARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Arş. Gör. Begüm Büşra CEVVAL ÖZKOÇAK

**RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

EYLÜL 2017

BOLU



T.C.

**ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**

**DİYOT LAZERLE YAPILAN BEYAZLATMA SONRASI
FARKLI JENERASYON ADEZİV SİSTEMLERİN
MİNEYE OLAN BAĞLANMA DAYANIMLARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Arş. Gör. Begüm Büşra CEVVAL ÖZKOÇAK

**RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. Fatma AYTAÇ**

**EYLÜL 2017
BOLU**

Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalında Uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

(Unvanı, Adı ve Soyadı)*	(imza)
(Anabilim Dalı, Üniversite Adı)	
(Ünvanı, Adı ve Soyadı)**	(imza)
(Anabilim Dalı, Üniversite Adı)	
(Unvanı, Adı ve Soyadı)	(imza)
(Anabilim Dalı, Üniversite Adı)	
(Unvanı, Adı ve Soyadı)	(imza)
(Anabilim Dalı, Üniversite Adı)	
(Unvanı, Adı ve Soyadı)	(imza).....
(Anabilim Dalı, Üniversite Adı)	
Tarih :***/...../.....	

Bu tez ile AİBÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu ****'ın
Yüksek Lisans / Doktora derecesini onaylamıştır.

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü (imza)

- * Jüri Başkanının adı yazılmalıdır.
- ** Tez danışmanın adı yazılmalıdır.
- *** Savunma tarihi yazılmalıdır.
- **** Öğrencinin adı, soyadı yazılmalıdır.

ÖZET

DİYOT LAZERLE YAPILAN BEYAZLATMA SONRASI FARKLI JENERASYON ADEZİV SİSTEMLERİN MİNEYE OLAN BAĞLANMA DAYANIMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Estetik diş hekimliğine olan ilginin artması, estetik restorasyonlar ile diş beyazlatma işlemlerinin birlikte uygulanmasını gündeme getirmektedir. Bu *in vitro* çalışmanın amacı diyet lazer ile yapılan beyazlatmanın farklı adeziv sistemler kullanılarak yapılan kompozit restorasyonların bağlanma dayanımına etkisini değerlendirmektir. Çalışmada 180 adet çekilmiş insan üst kesici dişi kullanılmıştır. Mine yüzeyleri zımparalanarak düzleştirildikten sonra dişler 18 gruba ayrılmıştır (n=10). Beyazlatma işlemi yapılmadan üç farklı adeziv sistemin uygulandığı ilk 6 grup kontrol gruplarıdır. Deney gruplarının yarısında Opalescence Boost PF %40, diğer yarısında LaserWhite 20 Beyazlatma Jeli 940 nm dalga boyundaki diyet lazer ile birlikte kullanılarak beyazlatma işlemi yapılmıştır.

Beyazlatma işlemlerinin ardından farklı bekleme sürelerini takiben (beyazlatma sonrası 0. gün ve 7.gün) gruplara üç farklı adeziv sistem (Adper Single Bond 2, Clearfil SE bond ve Clearfil Universal bond) uygulanmış ve sonrasında kompozit rezin ile restorasyonları yapılmıştır. Örnekler makaslama bağlanma dayanıklılığı testine tabi tutulmuş, ardından kırılma tipi analizi için stereomikroskop altında incelenmiş ve her gruptan bir örnek tarama elektron mikroskobu (SEM) ile değerlendirilmiştir. Gruplar arası karşılaştırma için tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. p değerleri 0.05'in altında hesaplandığında istatistiksel olarak önemli kabul edilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre, beyazlatma ajanları bağlanmayı olumsuz etkilemiştir ve beyazlatma sonrası bir hafta bekleme süresi bağlanma değerlerindeki düşüşü elimine etmektedir. Opalescence Boost ile kıyaslandığında bağlanma değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmaması ve kısa çalışma süresi gibi nedenlerden dolayı diyet lazer ile beyazlatmanın alternatif bir seçenek olabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Adeziv sistem, bağlanma dayanımı, diyet lazer, mine, ofis tipi beyazlatma

ABSTRACT

EVALUATION OF THE BOND STRENGTHS OF THE DIFFERENT GENERATION ADHESIVE SYSTEMS TO ENAMEL AFTER BLEACHING WITH DIODE LASER

The increased interest in aesthetic dentistry requires aesthetic restorations and tooth whitening to be applied together. The aim of this *in-vitro* study is to evaluate effectiveness of diode laser whitening on the bond strength of composite restorations using different adhesive systems. One hundred eighty human maxillary incisor teeth were used in the study. After enamel surfaces were sanded and flattened, teeth were divided into 18 groups (n=10). Six groups which 3 different adhesive systems were applied without bleaching were the control groups. In half of the experimental groups, Opalescence Boost PF 40% in the other half LaserWhite 20 Bleaching Gel with 940nm wavelength diode laser were used for whitening. Following the bleaching process, three different adhesive systems (Adper Single Bond2, Clearfil SE Bond and Clearfil Universal) were applied with different waiting times (immediately and one week later) and after that teeth were restored by composite resin. Specimens were put through shear bond strength test, then examined under a stereomicroscope to determine failure modes and one specimen from each group was evaluated with scanning electron microscope (SEM). One way variance analysis was used for comparison between groups. P values were considered statistically significant when calculated below 0.05.

According to the result, it was concluded that whitening agents negatively affected bonding and waiting a week after bleaching eliminates the decrease in bonding values. Whitening with diode laser might be an alternative option due to reasons such as short working time and no statistically significant difference when compared with Opalescence Boost.

Keywords: Adhesive system, bond strength, diode laser, enamel, office bleaching

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez aşamam boyunca ilminden faydalandığım, insani ve ahlaki değerleri ile de örnek edindiğim, yanında çalışmaktan onur duyduğum, bilgi ve tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu hoşgörü, sabır ve özveriden dolayı değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Fatma Aytaç’a,

İyi ve huzurlu bir ortamda çalışmama yardımcı olan, maddi manevi desteklerini esirgemeyen, birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma göstermiş oldukları sevgi ve saygıdan ötürü,

Tezimin istatistiksel danışmanlığını üstlenerek, bulguların analizi ve yorumlanması aşamasında yardımlarını esirgemeyen Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Osman Demir’e,

Bana her konuda sınırsız sevgi, moral ve anlayış gösteren, hayatım boyunca yanımda olan, emeğinin ve fedakârlığının karşılığını asla ödeyemeyeceğim canım anneme, babama ve kardeşlerime,

Hayatımın her alanında olduğu gibi; uzmanlık eğitimim sırasında da beni her daim destekleyen, sabrını ve sevgisini benden esirgemeyen, hayat arkadaşım, sevgili eşim, İsmail Özkoçak’a tüm kalbimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

• ONAY SAYFASI	ii
• ÖZET.....	iii
• ABSTRACT	iv
• ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	v
• İÇİNDEKİLER	vi
• TABLOLAR	ix
• ŞEKİLLER.....	x
• SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1 Diş Renklenmeleri	4
2.1.1 İçsel renkleşmeler	4
2.1.2 Dışsal renkleşmeler.....	5
2.2 Beyazlatma İşlemi	5
2.2.1 Beyazlatma mekanizması	5
2.2.2 Kullanılan beyazlatma ajanları ve kimyasal yapıları.....	6
2.2.3 Diş beyazlatma tedavisini etkileyen faktörler	8
2.2.4 Beyazlatma yöntemleri	9
2.2.5 Diş beyazlatma tedavisinde kullanılan ışık kaynakları.....	10
2.2.6 Beyazlatma tedavisinin bağlanmaya etkisi.....	12
2.3 Lazer	13
2.3.1 Lazerin tanımı.....	13
2.3.2 Lazer ışığının oluşumu ve özellikleri	13
2.3.3 Lazer doku etkileşimi	14
2.3.4 Lazerlerin fotobiyolojik etkileri	15
2.3.5 Lazerlerin sınıflandırılması	16
2.3.6 Beyazlatmada lazer kullanımı	18
2.4 Adezyon ve Adeziv Ajanlar	19
2.4.1 Adezyonun tanımı	19

2.4.2 Mineye bağlanma	20
2.4.3 Adezivlerin sınıflandırılması	21
2.5 Bağlanma Dayanımı	27
2.5.1 Çekme testleri	28
2.5.2 Makaslama testleri	29
2.5.3 Push-out testi	30
2.6 Yüzey Görüntüleme Yöntemleri	30
2.6.1 Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve stereo mikroskop	30
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	33
3.1 Gereç	33
3.1.1 Çalışmada kullanılan ofis tipi beyazlatma ajanları.....	33
3.1.2 Çalışmada kullanılan diyet lazer	34
3.1.3 Çalışmada kullanılan adeziv sistemler	35
3.1.4 Çalışmada kullanılan kompozit materyali	36
3.2 Çalışmanın Yöntemi.....	38
3.2.1 Doğal dişlerin toplanması.....	38
3.2.2 Diş yüzeylerinin hazırlanması	38
3.2.3 Kontrol grubunun hazırlanması	39
3.2.4 Deney grubunun hazırlanması	39
3.2.5 Yapay tükürük hazırlanması.....	41
3.2.6 Makaslama testinin uygulanması.....	41
3.2.7 Steromikroskop analizi	42
3.2.8 SEM Analizi	42
3.2.9 İstatistiksel Analiz	42
4. BULGULAR.....	43
4.1 Makaslama testi bulguları.....	43
4.1.1 Kullanılan beyazlatma metodlarına göre bağlanma dayanıklılığı bulguları	44
4.1.2 Kullanılan adeziv sisteme göre bağlanma dayanıklılığı bulguları.....	46
4.1.3 Beyazlatma sonrası bekleme süresine göre bağlanma dayanıklılığı bulguları	49
4.2 Stereomikroskop Bulguları.....	50

4.3 SEM Analizi	57
5. TARTIŞMA.....	65
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	79
7. KAYNAKLAR.....	80
ÖZGEÇMİŞ.....	90



TABLolar

Tablo 3. 1: Çalışmada kullanılan beyazlatma ajanlarının içerikleri.....	36
Tablo 3. 2: Çalışmada kullanılan kompozit materyalinin içeriği	37
Tablo 3. 3: Çalışmada kullanılan adeziv sistemlerin içerikleri	37
Tablo 3. 4: Kontrol Grubu.....	39
Tablo 3. 5: Deney Grubu.....	40
Tablo 4. 1: Beyazlatma metodlarına göre 0. gün dayanım ölçümlerinin dağılımı.....	43
Tablo 4. 2: Beyazlatma metodlarına göre 7. gün dayanım ölçümlerinin dağılımı.....	44
Tablo 4. 3: Kullanılan adeziv sistemlere göre dayanım ölçümlerinin dağılımı	49
Tablo 4. 4: Kontrol grubuna ait başarısızlık dağılımı	50
Tablo 4. 5: Diyet lazer grubuna ait başarısızlık dağılımı.....	51
Tablo 4. 6: Opalescence Boost grubuna ait başarısızlık dağılımı	51

ŞEKİLLER

Şekil 3.1: 940 nm dalga boyunda diyet lazer ve ucu	35
Şekil 4.1: Kullanılan beyazlatma metodlarına ilişkin dayanım ölçüm değişimi (0.gün)	45
Şekil 4.2: Kullanılan beyazlatma metodlarına ilişkin dayanım ölçüm değişimi (7.gün)	46
Şekil 4.3: Kullanılan adeziv sistemlere ilişkin dayanım ölçüm değişimi (0.gün).....	47
Şekil 4.4: Kullanılan adeziv sistemlere ilişkin dayanım ölçüm değişimi (7.gün)....	48
Şekil 4.5: Kontrol grubu stereomikroskop görüntüleri A) Adper Single bond 2 uygulanmış minede miks başarısızlık, B) Celarfil SE bond uygulanmış minede miks ve C) Celarfil Universal bond uygulanmış minede adeziv başarısızlık.....	52
Şekil 4.6: Diyet lazer uygulanmış grupta beyazlatma sonrası 0. gün restorasyon yapılan örnekler. A) Adper Single bond 2 uygulanan örnekte miks başarısızlık. B) Clearfil SE Bond ve C) Clearfil Universal bond uygulanan grupta adeziv başarısızlık	53
Şekil 4.7: Diyet lazer uygulanmış grupta beyazlatma sonrası 7. gün restorasyon yapılan örnekler. A) Adper Single bond 2 ve B) Clearfil SE bond uygulanan örnekte miks başarısızlık. C) Clearfil Universal bond uygulanan grupta adeziv başarısızlık.	54
Şekil 4.8: Opalescence Boost uygulanmış grupta beyazlatma sonrası 0. gün restorasyon yapılan örneklerdeki adeziv başarısızlık.....	55
Şekil 4.9: Opalescence Boost uygulanmış grupta beyazlatma sonrası 7. gün restorasyon yapılan örnekler. A) Adper Single bond 2 ve B) Clearfil SE bond uygulanan örnekte miks başarısızlık. C) Clearfil Universal bond uygulanan grupta adeziv başarısızlık.	56
Şekil 4.10: Kontrol grubunda Adper Single bond 2 ile mine bağlanma yüzeyinin SEM görüntüsü (x1500).	58
Şekil 4.11: Kontrol grubunda Clearfil SE bond ile mine bağlanma yüzeyinin SEM görüntüsü (x1500).	58
Şekil 4.12: Kontrol grubunda Clearfil Universal ile mine bağlanma yüzeyinin SEM görüntüsü (x1500).	58

Şekil 4.13: Opalescence ile beyazlatma sonrası 0. gün restorasyon yapılan gruplarda Adper Single Bond 2 uygulanmış mine adeziv bağlantısı (x1500).....	59
Şekil 4.14: Opalescence ile beyazlatma sonrası 0. gün restorasyon yapılan gruplarda Clearfil SE Bond uygulanmış mine adeziv bağlantısı (x1500).....	59
Şekil 4.15: Opalescence ile beyazlatma sonrası 0. gün restorasyon yapılan gruplarda Clearfil Universal bond uygulanmış mine adeziv bağlantısı (x1500).....	59
Şekil 4.16: Diyet lazer ile beyazlatma sonrası 0. gün restorasyon yapılan gruplarda Adper Single Bond 2 ile mine bağlanma yüzeyinin SEM görüntüsü.(x1500)	60
Şekil 4.17: Diyet lazer ile beyazlatma sonrası 0. gün restorasyon yapılan gruplarda Clearfil SE bond ile mine bağlanma yüzeyinin SEM görüntüsü.(x1500)	60
Şekil 4.18: Diyet lazer ile beyazlatma sonrası 0. gün restorasyon yapılan gruplarda Clearfil Universal bond uygulanmış mine adeziv bağlantısı (x1500).....	60
Şekil 4.19: Opalescence ile beyazlatma sonrası 7. gün restorasyon yapılan gruplarda Adper Single bond 2 ile mine bağlanma yüzeyinin SEM görüntüsü (x1500)	61
Şekil 4.20: Opalescence ile beyazlatma sonrası 7. gün restorasyon yapılan gruplarda Clearfil SE bond ile mine bağlanma yüzeyinin SEM görüntüsü (x1500).	61
Şekil 4.21: Opalescence ile beyazlatma sonrası 7. gün restorasyon yapılan gruplarda Clearfil Universal bond uygulanmış mine adeziv bağlantısı (x1500).....	61
Şekil 4.22: Diyet lazer ile beyazlatma sonrası 7. gün restorasyon yapılan gruplarda Adper Single bond 2 ile mine bağlanma yüzeyinin SEM görüntüsü (x1500)	62
Şekil 4.23: Diyet lazer ile beyazlatma sonrası 7. gün restorasyon yapılan gruplarda Clearfil SE bond ile mine bağlanma yüzeyinin SEM görüntüsü (x1500)	62
Şekil 4.24: Diyet lazer ile beyazlatma sonrası 7. gün restorasyon yapılan gruplarda Clearfil Universal bond uygulanmış mine adeziv bağlantısı (x1500).....	62
Şekil 4.25: Diyet lazer grubunda beyazlatma uygulanmamış mine yüzeyi görüntüsü A) x2000 büyütme B) x8000 büyütme.....	63
Şekil 4.26: Diyet lazer ile beyazlatma uygulanmış mine yüzeyi görüntüsü C) x2000 büyütme D x8000 büyütme	63

Şekil 4.27: Opalescence grubunda beyazlatma uygulanmamış mine yüzeyi görüntüsü	
A) x2000 büyütme B) x8000 büyütme.....	64
Şekil 4.28: Opalescence Boost ile beyazlatma uygulanmış mine yüzeyi görüntüsü C)	
x8000 büyütme D) x2000 büyütme E) x2000 büyütme.....	64



SİMGELER VE KISALTMALAR

A	Angstrom
ADA	The American Dental Association
ark.	Arkadaşları
ASTM	The American Society For Testing and Materials
Au	Altın
BİS-GMA	Bisfenol A glisidil metakrilat
BPDM	Bisfenildimetakrilat
°C	Santigrat derece
cm ²	Santimetrekare
CO ₂	Karbondioksit
CSB	Clearfil SE Bond
CUB	Clearfil Universal Bond
CW	Continuous Wave
dk	Dakika
Er,Cr: YSGG	Erbium, chromium: yttrium-scandium-gallium-garnet
Er: YAG	Erbium-doped yttrium aluminium garnet
FDA	The Food and Drug Administration
g	Gram
GaAlAs	Galyum aliminyum arsenik
GaAs	Galyum arsenik
HEMA	2-hidroksietil metakrilat
HeNe	Helyum neon
HO ₂ -	Perhidroksil
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
Ho: YAG	Holmium yttrium aluminium garnet
HP	Hidrojen peroksit
ISO	International Organization for Standardization
IR	İnfrared
j	Joule
KP	Karbamid peroksit

KTP	Potasyum titanil fosfat
LASER	Light amplication by stimulated emission of radiation
LED	Light Emitting Diode
MDP	Metakriloksidesil dihidrojen fosfat
META	Metakriloksietil trimellitat anhidrit
mg	Miligram
MH	Monohidrat
mm	Milimetre
mm ²	Milimetrekare
MPa	Megapaskal
mW	Miliwatt
μ	Mikron
N	Newton
Nd:YAG	Neodymium-doped yttrium aluminium garnet
NIR	Near infrared
nm	Nanometre
O ₂	Oksijen
OTC	Over the Counter
PAC	Plazma ark
Pd	Palladyum
PF	Potasyum nitrat and fluorid
SB 2	Adper Single Bond 2
SEM	Scanning Electron Microscope
Sn	Saniye
TH	Tetrahidrat
TRH	Trihidrat
UV	Ultraviyole
QTH	Kuartz-tungsten-halojen
W	Watt

1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze diş hekimliği alanında yapılan tüm araştırmalarda daha iyi estetik ve fonksiyonel sonuçlara ulaşmak amaçlanmaktadır. Özellikle hastaların sağlıklı dişlerin yanı sıra daha beyaz dişlere ve güzel bir gülüşe sahip olmayı talep etmeleri ve bu nedenle estetik diş hekimliğine olan ilginin artması, estetik restorasyonlar ile diş beyazlatma işlemlerinin birlikte uygulanmasını gündeme getirmektedir (1). Diş renklenmelerini gidermek amacıyla; dişlerin kronlanması, beyazlatıcı diş macunları, mikroabrazyon, ev tipi ve ofis tipi beyazlatma gibi çeşitli tekniklere başvurulmaktadır (2). Diş hekimleri tarafından uygulanan estetik tedaviler içinde en konservatif yaklaşımlardan biri olan beyazlatma tedavisi, hem hastaların hem de hekimlerin yaygın olarak tercih ettikleri bir tedavi şeklidir (3).

Renklenmiş dişlere kimyasal ajanlar uygulanarak diş sert dokularındaki renk bozukluğuna yol açan organik pigmentlerin okside edilerek renk açma işlemine “beyazlatma” adı verilmektedir. Diş beyazlatma işlemi yapılırken uygulanan pek çok yöntem ve farklı ürün mevcuttur. Beyazlatma işleminde genel olarak hidrojen peroksit (HP), karbamid peroksit (KP), sodyum perborat ve klorin dioksit kullanılmaktadır (1). Hidrojen peroksit birçok beyazlatma ürünüde değişik konsantrasyonlarda bulunur. Hidrojen peroksitin parçalanması sonucu ortaya çıkan oksijen (O_2) molekülleri dişlere penetre olarak pigment molekülleri parçalar ve böylece beyazlatma işlemi gerçekleşir (2, 3).

Günümüzde beyazlatma tedavileri, vital dişlerde beyazlatma ve devital dişlerde beyazlatma olarak ikiye ayrılmakta, vital dişlerde beyazlatma ise ofis tipi, ev tipi ve over the counter (OTC) olmak üzere üç farklı metodla uygulanmaktadır (1, 2, 4).

Ofis beyazlatma işlemini uygularken beyazlatma etkisinin ortaya çıkış süresini kısaltmak ve beyazlatma etkinliğini artırmak amacıyla ısı ve ışık kullanılarak bu işlem aktive edilebilir. Bu amaçla kuartz halojen lambalar, plazma ark lambaları gibi infrared lambalar, argon ve karbondioksit (CO_2) lazerler, KTP (Potasyum titanil

fosfat) lazer, diode lazerler kullanılabilir. Lazerlerin, beyazlatma reaksiyonunu katalize ederek hızlandırdığı ileri sürülmektedir. Böylece serbest hale gelmiş oksijen radikallerinin oluşumu hızlanmakta ve dişin rengi açılmaktadır. Diş hekimliğinde en çok kullanılan lazer olarak ileri sürülen diyot lazerler ve LED (Light Emitting Diode) diğer ışık kaynakları ile karşılaştırıldığında beyazlatma tedavisinde daha iyi sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir (5,6). Çeşitli renklendiricilerin beyazlatma jellerine eklenmesiyle ışığın absorpsiyonunun arttığını ve buna bağlı olarak dental pulpadaki ısınmanın azaldığı ileri sürülmüştür. Aynı zamanda jellerin uyarılması sonucu renklendiriciler diğer fotokimyasal reaksiyonları tetikleyebilir (5).

Diş sert dokularına lazer uygulaması, morfolojik ve kimyasal değişikliklere sebep olabilir. Bu değişiklik derecesi dokuların absorpsiyon derecesine bağlıdır ve bunun sonucu olarak lazer tipi ve dental dokulara göre bu değişiklikler farklılık gösterir (7). Diyot lazerle yapılan beyazlatma sonrasında dişte ve gingival dokularda daha az hassasiyet olduğu gözlenmiş ve ofis tipi beyazlatma süresini de kısalttığı belirlenmiştir. Böylece ofis tipi beyazlatma sistemlerinde tercih edilebilecek bir seçenek olmuştur (3).

Kompozit rezin materyaller hem iyi bir fonksiyon sağlamaları hem de estetik yönden uyumlu olmaları nedeniyle diş hekimliği uygulamalarında sıklıkla tercih edilmektedir. Her ne kadar estetik açıdan çok iyi sonuçlar verse de, polimerizasyon büzülmesi sonucu oluşan kenar sızıntısı nedeniyle sekonder çürükler, kenar renklenmeleri ve postoperatif duyarlılık gelişebilmektedir (8, 9).

Restoratif materyalin mekanik, biyolojik ve estetik açıdan çok iyi sonuçlar verebilmesi, diş dokularına kuvvetli bir şekilde bağlanması ile mümkün olabilir. Kompozit rezin restorasyonlarla ilgili en sık yaşanan sorunlardan biri de materyalin diş dokularına yeterince bağlanamaması yani yeterli adezyonun sağlanamamasıdır. Bu sorunun üstesinden gelebilmek için birçok materyal ve yöntem geliştirilmiş olmasına rağmen adeziv diş hekimliği ile ilgili çalışmalar halen devam etmektedir (8, 10).

Adeziv sistemler, diş dokularıyla olan etkileşimleri ve uygulama aşamalarına göre etch and rinse (iki aşamalı ve üç aşamalı), self etch (tek aşamalı ve iki aşamalı) ve cam iyonomer içerikli sistemler olarak sınıflandırılmaktadır (11, 12). Beyazlatma ajanı uygulanmış dişlere kompozit restorasyonlar yapılmadan önce hangi tip adezivin kullanılacağı önemli bir noktadır. Mine dokusuna adezyonda altın standart olarak kabul edilen etch and rinse ile mine ve dentine asitleme gerektirmeyen self etch sistemlerin, beyazlatma yapılmış dişlere yapılan kompozit restorasyonlarda kullanılan adeziv sistemler olarak karşılaştırılması çalışmalarda denenmiştir (10, 13).

Beyazlatma işleminin akabinde kullanılan hidrojen peroksit, karbamit peroksit, sodyum perborat maddelerine bağlı olarak, diş yüzeyinde veya i kısımlarında kalan artık oksijenin rezin diş bağlantısını inhibe ederek veya rezin polimerizasyonunu engelleyerek bağlanma değerlerini düşürdüğü bilinmektedir. Bu düşüşün önlenmesi için pek çok yöntem önerilmesine rağmen en çok tavsiye edileni, belli bir süre bekledikten sonra restorasyonun yapılmasıdır (14).

Uzun dönem klinik takiplerin zaman alıcı ve standart olarak gerçekleştirilmesi zor olduğundan laboratuvar bağlantı dayanımı testleri dental materyaller ve tekniklerin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Adeziv restoratif materyaller için bağlanma dayanımı testleri kullanılmakta ve yüksek bağlanma kuvvetine sahip materyallerin daha iyi klinik performans sergiledikleri düşünülmektedir (15).

Araştırmamızın amacı, diyet lazer kullanılarak yapılan beyazlatma sonrasında uygulanacak olan kompozit restorasyonların diş dokusuna bağlanmasında farklı adeziv sistemlerin etkinliğini ve diyet lazerin diş sert dokuları üzerinde etkisinin olup olmadığını araştırmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Diş Renklenmeleri

Diş rengi sadece diş hekimlerini değil, iyi bir gülüş, estetik restorasyonlar ve beyazlatma işlemi için doğru rengi seçmek isteyen hastaları da ilgilendiren önemli bir konudur (16). Marketlerde fazla miktarda diş beyazlatma ajanlarının olması, diş renklenmelerinin tedavisine olan ilginin ciddi anlamda arttığının göstergesidir (17).

Diş hekimliği açısından renk bilimi; renk algısı ve tarifi açısından önem taşımaktadır (18). Dişlerin görünümü; mine, dentin ve pulpadan oluşan diş dokularının ışığı yansıtma ve absorbe etme özelliklerine göre değişmektedir. Doğal diş rengi; temel olarak dentin tarafından belirlense de minenin rengi, saydamlığı ve kalınlığı da diş renginin belirlenmesine katkıda bulunmaktadır (19). Dişin renginin incelendiği ortamın şartları son derece önemlidir. Işığın kaynağı, gün içinde güneşin konumu, çevre koşulları ve dişin incelendiği açı diş rengini etkilemektedir (17). Diş renklenmeleri etiyojisi, görünüşü, görülme yeri ve şiddetine göre değişiklikler gösterir. Görülme yeri ve etiyojisine göre içsel, dışsal ve ikisinin kombinasyonu olarak sınıflandırılabilirler (18).

2.1.1 İçsel renkleşmeler

İç kaynaklı renkleşmeler; derin ve komplike renkleşmeler olup dişlerin gelişimi sırasında diş sert dokularının kompozisyonlarındaki veya kalınlıklarındaki değişimler sonucu meydana gelir. İç kaynaklı renkleşmeler, sadece dentini, sadece mineyi veya her iki dokuyu birden ilgilendirebilir. Bu renkleşmeler dişlerin optik özelliklerini değiştirir. İatrojenik ve idiyomatik nedenler, travma, yaşlanma, metabolik ve kalıtsal hastalıklar iç kaynaklı renkleşmelerin oluşmasına neden olan etkenlerdir (19-24).

- Alkaptonüri
- Konjenital eritropoetik porfiria

- Eritroblastozis fetalis
- Konjenital hiperbilirubinemi
- Amelogenezis imperfekta
- Dentinogenezis imperfekta
- Florozis
- Tetrasiklin renklemesi
- Pulpa nekrozu
- Travma
- Diş sert dokularının rezorpsiyonu
- Mine hipoplazisi
- Yaşlanma

2.1.2 Dışsal renklemeler

Dış renklemeler, kaynağının metalik olup olmamalarına göre sınıflandırılırlar. Beslenme, renkli yiyecek ve içecekler, tütün, bazı antiseptik gargaralar ve bazı ilaçların sebep olduğu metalik olmayan dış renklemelerin yanısıra mesleki olarak ya da alınan ilaçlarla metal tuzlarına maruz kalınması sonucu meydana gelen metalik renklemeler olarak gruplandırılır (19, 21, 22).

2.2 Beyazlatma İşlemi

2.2.1 Beyazlatma mekanizması

Diş renginin kimyasal bir ajan uygulanarak, mine ve dentin dokularının organik yapısındaki pigmentlerinin oksidasyonu yoluyla açılması işlemine beyazlatma adı verilir. Diş rengini "kromofor" olarak adlandırılan ve yapısında çeşitli tek ve çift bağlar, heteroatomlar, karbonil ve fenil halkaları içeren uzun zincirli organik bileşikler oluşturur.

Beyazlatma ile kromoforun yapısında bulunan çift bağlar açılarak zincirler kırılır ya da beyazlatma zincirin bazı kısımlarının oksidasyonu sonucu gerçekleşir. Çift bağların açılması ile daha küçük moleküller oluşur ve bu moleküller gelen ışığı yansıtmadıklarından dişler daha açık renkli görünür (25). Beyazlatma işlemi, dişin

doğal renklerine dönmesi için, beyazlatıcı okside ajandan çıkan serbest oksijenin renklenmiş moleküllerle reaksiyona girmesinin amaçlanarak beyazlatmanın gerçekleştirildiği bir yöntemdir (2, 4).

Beyazlatma işlemi; tüm orijinal pigmentlerin renkleri yok olup, renksiz bir yapı haline gelmelerine kadar sürer. İster karbomit peroksit, ister hidrojen peroksit kullanılıyor olsun, beyazlatmanın bir aşamasında ortamda sadece renksiz, hidrofilik yapılar bulunur. Bu aşama, doyma noktasıdır. Diş hekimleri için önemli nokta beyazlatma işleminin doyma noktasından önce durdurulmasıdır (26).

2.2.2 Kullanılan beyazlatma ajanları ve kimyasal yapıları

Beyazlatma ajanlarında içerik olarak; hidrojen peroksit, karbomit peroksit, peroksit içermeyen maddeler, kalınlaştırıcı ajanlar, üre, taşıyıcılar, yüzey nemlendiricileri, koruyucular ve tatlandırıcılar mevcuttur (27).

• Hidrojen peroksit

Hidrojen peroksit (H_2O_2) suda yüksek oranda çözünerek asidik bir solüsyon oluşturan acı ve renksiz bir sıvıdır. En sıklıkla kullanılan beyazlatıcı ajanlardan biri olan hidrojen peroksit farklı ortam ve derişimlerde hazırlanabilir (28). Beyazlatma etkinliği için sıcaklık, pH, ultraviyole ışık (UV) ve bazı iyonların varlığı gibi birçok çevresel faktör vardır. Alkalın şartlar altında hidrojen peroksit iyonik çözünmeye uğrar ve perhidroksil anyonu oluşur. Perhidroksil anyonu (HO_2^-) beyazlatmada tek başına etkili olabileceği gibi serbest radikallerin oluşmasında elektron donördür (2).

Serbest radikallerin reaktif oksijen molekülleri ve HP anyonlarının oluşumu sayesinde güçlü bir okside edici ajan olarak rol oynamaktadır. Bu reaktif moleküller uzun zincirli, koyu renkli kromofor moleküllerini etkileyerek, daha küçük moleküllere parçalayarak daha az renkli ve daha difüzyona elverişli moleküller haline getirirler (29, 30).

Hidrojen peroksit uygulandığında ilk olarak mine ve dentinin inter prizmatik yapısına girmektedir. Koyu pigmentli karbon halkası içeren bileşikler okside ederek

rengi daha açık olan bileşiklere dönüştürmektedir. Açığa çıkan reaktif maddeler, stabil bir yapıya ulaşmak için uzun zincirli, koyu renkli “kromofor” olarak bilinen renk pigmentlerinin yapısında bulunan doymamış bağlara saldırmaktadırlar. Oluşan moleküller renksizdir ve böylece dişin daha beyaz görünmesini sağlamaktadırlar (2, 30).

- **Karbamit peroksit**

Karbamit peroksit su ile temas ettiğinde ortama oksijen salan $\text{CH}_6\text{N}_2\text{O}_3$ formülündeki, dişlerin beyazlatılmasında kullanılan ajanlardır. Beyazlatma amacıyla kullanılan karbamid peroksitin %10’dan %35’e kadar konsantrasyonları mevcuttur. %10’luk karbamid peroksit %3,5 hidrojen peroksit ve %6,5 üreye parçalanır. Karbamid peroksit parçalandığında hidrojen peroksitin yanı sıra açığa çıkan üre, bir sonraki aşamada amonyak ve karbondioksit parçalanmaktadır. Amonyakın ortamın pH’sını yükselterek beyazlatma tepkimelerini kolaylaştırdığı düşünülmektedir. Ayrıca ürenin proteolitik özellikleri diş beyazlatmanın etkinliğini etkileyebilir. Karbamid peroksit ürünleri genellikle karbopol ve gliserin içerir. Karbopol hidrojen peroksitin salınımını yavaşlatarak daha uzun süre etkili olmasını sağlar ve böylece beyazlatma işleminin hızını kontrol eder (1).

- **Sodyum perborat**

Sodyum perborat, beyaz, kristal yapıda, kokusuz ve suda çözündüğünde sodyum metaborat ve hidrojen peroksit parçalanarak beyaz bir toz olur. Kristalizasyondaki su içeriğine bağlı olarak farklı formlarda bulunur. Sodyum perboratın monohidrat (MH), trihidrat (TRH) ve tetrahidrat (TH) formları elde edilebilir durumdadır. Sodyum perborat su ile karıştırıldığında %16,3’lük hidrojen peroksit eş değerde etki gösterir (1, 29).

- **Diğer ajanlar**

Beyazlatma tedavisinde kullanılan ürünlerin içerisine kalınlaştırıcı ajan olarak karboksipolimetilen (karbopol) ilave edilir. Karbopol beyazlatma ürünlerinin viskozitelerini arttırırken oksijen salınımını yavaşlatır. Bu durum beyazlatma

ajanlarının daha uzun süre aktif kalmasını sağlar. Karbopolün yüksek viskozite oluşturması sayesinde beyazlatma jeli taşıyıcılara ve dişlere daha iyi adapte olur. Üre, hidrojen peroksiti stabilize eder ve solüsyon pH'sını artırır. Antikaryojenik etkisi vardır. Ayrıca tükürük oluşumunu stimüle eder ve yara iyileşmesi üzerine olumlu etkileri vardır. Tüm bu özellikleri nedeniyle, beyazlatma ajanlarının içine üre ilave edilmektedir. Beyazlatma ürünlerine yüzey nemlendiricileri eklenmesi sonucu hidrojen peroksitin diş yüzeyine daha kolay penetrasyonu sağlanır. Beyazlatma ürünlerinin tümünde sitroksasin, fosforik asit, sitrik asit veya sodyum stannat gibi koruyucular bulunur. Bu koruyucular sayesinde hidrojen peroksitin parçalanmasına neden olan demir, bakır, magnezyum gibi metaller beyazlatma jellerini etkileyemez ve jellerin stabilizasyonu sağlanır. Beyazlatma ajanlarına tatlandırıcı eklenmesinin nedeni ise ürünlerin tatlarının hastalar tarafından tolere edilebilmesine yardımcı olmaktadır (27).

2.2.3 Diş beyazlatma tedavisini etkileyen faktörler

Diş yüzeyinde bulunan eklentiler HP iyonizasyonunu etkileyerek serbest radikallerin oluşumunu engellemekte; dolayısıyla beyazlatma işlemi gerçekleşmemektedir (31).

Beyazlatma tedavisinde kullanılan ajanın konsantrasyonunun da tedaviyi etkilediğı düşünülmektedir. Kullanılan en yüksek HP konsantrasyonu ise %46'dır. HP'in raf ömrünün uzun olabilmesi için asidik pH gerekmektedir. HP'in oksidasyon etkisi göstermesi için gerekli optimum pH 9.5- 10.8 aralığındadır. Ancak yapılan son çalışmalarda farklı asidik konsantrasyonların ya da nötral pH'nın beyazlatma tedavisinin etkinliğini değıştirmediğı belirtilmiştir (32, 33). Kimyasal reaksiyonların oranı ısı artışıyla artırılabilir. Beyazlatma tedavisinde ajanın sıcaklığının 10°C artması kimyasal reaksiyonun hızını iki kat arttırmaktadır. Ancak artan sıcaklığın pulpaya vereceğı olası hasar göz önünde bulundurulmalı ve tedavi, güvenli sıcaklık aralığında gerçekleştirilmelidir (6).

Beyazlatma tedavisinin etkinliğinde uygulanan ajanın diş ile temas ettiğı süre de önemlidir. Süre arttıkça renk değışimi de belirli bir noktaya kadar artmaktadır.

Kullanılan ajanın çeşidi beyazlatma prosedürünü etkiler. Örneğin %10' luk karbamid peroksit jel maksimum %3. 6 oranındaki hidrojen peroksit kadar etki gösterir (6).

Diş beyazlatma etkinliğini belirleyen diğer önemli iki faktör ürünlerin peroksit konsantrasyonu ve uygulama zamanlarıdır. Örneğin Sulieman ve ark. (31) %5-%35 hidrojen peroksit içerikli jellerin etkinliğini karşılaştırmış ve standart beyazlatma sağlamak için yüksek konsantrasyondaki jelin daha az uygulanması gerektiğini savunmuşlardır.

İçsel renkleşmenin tipi ve dişin baştaki rengi beyazlatmanın sonucunu etkileyen önemli faktörlerdir. Birçok tetrasiklin renklenmesinin beyazlatma işlemlerine iyi cevap vermediği görülmüştür. Yaşlı bireylerdeki az miktarda sarı içsel renkleşmeler beyazlatma sonrası ciddi bir değişiklik göstermezken genç bireylerdeki daha sarı içsel renkleşmelerde beyazlatma sonrası daha fazla renk değişikliği gözlenmektedir (2, 34).

Beyazlatma işlemi sırasında ışık ile aktivasyonun peroksiti aktive ederek oksidasyon reaksiyonunu hızlandırdığı ve daha kısa sürede daha etkin beyazlatma sağlanacağı bildirilmektedir. Bu amaçla LED (Light Emitting Diode), plazma ark, argon lazer, karbondioksit lazer, diyot lazer ve halojen ışık kaynakları kullanılmaktadır (6).

2.2.4 Beyazlatma Yöntemleri

Beyazlatma tedavileri vital ve devital dişlerde uygulanmalarına göre iki gruba ayrılabilirler gibi klinikte ve klinik dışında uygulananlar olarak da sınıflandırılmaktadır (35).

Vital beyazlatma yöntemleri

Canlı dişlerin beyazlatıldığı bu yöntem ofis tipi, ev tipi ve OTC adı verilen yöntem olmak üzere 3'e ayrılmaktadır (36- 39).

a) Ofiste ağartma yöntemleri

- Isı ve ışık kullanılmadan ofiste beyazlatma
- Isı ve ışık kullanarak beyazlatma (*power bleaching*): Diş hekimi tarafından yüksek konsantrasyonda HP (%35-50) ya da KP (%35-40) ile ışık desteği kullanılarak yapılan beyazlatma

b) Hekim kontrolünde hasta tarafından uygulanan beyazlatma (ev tipi)

c) Hekim kontrolü olmadan hasta tarafından kullanılan ürünler (OTC)

Devital beyazlatma yöntemleri

İnternal veya intrakoroner beyazlatma olarak da tanımlanan bu yöntem üç şekilde uygulanabilir (38, 40- 42):

- Termokatalitik beyazlatma yöntemi
- Walking bleach yöntemi
- Her iki yöntemin birlikte kullanılması

2.2.5 Diş beyazlatma tedavisinde kullanılan ışık kaynakları

Son zamanlarda ev tipi beyazlatma ile kıyaslandığında diş hekimleri tarafından kontrollü olarak uygulanan, model kullanılmayan ve beyazlatma ajanının görünür yüksek güçte ışıkla aktive edildiği, işlemin daha hızlı yapıldığı sistemler daha çok kullanılmaktadır. Ofis beyazlatma işlemini uygularken beyazlatma etkisinin ortaya çıkış süresini kısaltmak amacıyla ısı ve ışık kullanılarak bu işlem aktive edilebilir. Bu amaçla kuartz tungsten halojen (QTH) lambalar, plazma ark (PAC) lambaları, infrared (IR) lambalar, argon ve karbondioksit lazerler, KTP lazer, LED, LED plus lazer ve diyot lazerler kullanılabilir. Lazerlerin, beyazlatma enerjisini katalize ederek hızlandırdığı ileri sürülmektedir. Böylece serbest hale gelmiş oksijen radikallerinin oluşumu hızlanmakta ve dişin rengi açılmaktadır (43).

Diş beyazlatma tedavilerinde optik ışık kaynağı olan mavi ışık ve ultraviyole ışığı genellikle tercih edilen ışık kaynaklarındandır. Işık kaynağı kullanmaktaki amaç öncelikle uygulama süresinin kısalması ve daha düşük konsantrasyonda jel kullanarak daha etkili bir beyazlatma işlemi sağlamaktır. Beyazlatma materyalinin,

ısı ya da ışık ile aktive edilerek uygulanması peroksit diffüzyonunu kolaylaştırarak materyalin beyazlatma etkinliğini artırır (43).

Işıkla aktive olan beyazlatma sistemlerini değerlendirirken diş sert dokularının ışık absorpsiyonu hakkında bilgi sahibi olmak gerekir. Diş yüzeyinde yüksek emilme katsayısına sahip dalga boylarındaki ışık, yüksek ısı açığa çıkmasına neden olmaktadır. Dalga boyları 3000 nm (Nanometre) olan ışıklar diş dokusunun içine zorlukla penetre olurlar; bu nedenle pulpaya zarar verme olasılıkları daha düşüktür. Kızıl ötesi ve kızıl ötesine yakın ışıklar (NIR- Near infrared) diş dokularına daha kolay penetre olurlar ve pulpaya zarar verme olasılığı daha yüksektir. Işığın saçılma katsayısı düştükçe dişe penetrasyon derinliği artmaktadır. Görünür ışığın dişe penetrasyonu yüksekten aza doğru mor, mavi, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı şeklindedir. Görünür ışığın neden olduğu ısı artışı, beyazlatma jeli, diş dokusu ve pulpa tarafından absorbe edildiği oranda önem taşır (6, 44).

Akkor lambalar olarak bilinen QTH lambalar, PAC, xenon gaz discharge veya xenon kısa ark lambalar ve LED gibi değişik dalga boylarındaki çeşitli lazer kaynakları, beyazlatma ürünlerinin ışık ile aktivasyonunda kullanılmaktadır. LED'ler sınırlı bir dalga boyunda, filtrasyon gerektirmeyen ışık yayarken, diğer ışık kaynakları ultraviyole (UV) kızılötesine (IR) uzanan geniş aralıkta ışık yayabilirler ve bu nedenle görünür mavi spektrumda (350-500 nm) ışık yayabilmeleri için filtre kullanımını gerektirmektedirler (45).

Lazer sistemlerinde beyazlatma işlemi için lazer ışınını genişleten bir uç kullanılmaktadır, böylece ışın birçok dişe aynı anda yayılabilmektedir (6). Bu yöntem ile lazerin bazı tipik özellikleri kaybolur, fakat doku hasarı riski de azaltılmış olmaktadır. Jel ya da diş yüzeyindeki bir birim alana düşen ışık gücü miktarı, konvansiyonel QTH lambaları ya da PAC sistemlerindeki ışık gücü aralığında hatta daha da düşük olabilmektedir (6, 46).

Beyazlatma tedavisinde kullanılan LED sistemleri, birçok LED'in yan yana yerleştirilmesi ile meydana gelmektedir. LED'in yaydığı ışık, 20-80 nm veya daha

fazla bant genişliğinde dağılmaktadır. Bu nedenle LED, monokromatik lazerler ile QTH ve plazma arklar gibi geniş bant ışık kaynakları arasında bir konuma sahiptir. Işıkla aktive edilen beyazlatma ajanlarıyla birlikte kullanılan LED'ler, mavi aralıktadır ve QTH ile plazma arklar gibi IR spektral alana dek yayılmamaktadır. Bu nedenle herhangi bir ek IR filtresi gerektirmezler. Ancak yine de kullanım sırasında bir miktar IR kaçınılmaz olarak yayıldığından endişe edilmektedir. LED'in termal pulpa hasarı yapıp yapmadığı ise henüz netleşmemiştir ve özellikle uzun süreli yüksek güçte LED'in kullanımı tartışmalıdır (47).

2.2.6 Beyazlatma tedavisinin bağlanmaya etkisi

Beyazlatma uygulanmış dişlere kompozit restorasyon gereksinimi olduğunda, hekimin bağlanmayı bozacak tüm faktörleri elimine etmesi gerekir. Beyazlatma işlemi sonrası bağlanma değerlerindeki düşüşün önlenmesi için pek çok yöntem önerilmesine rağmen en çok tavsiye edileni, belli bir süre bekledikten sonra restorasyonun yapılmasıdır. Bekleme süresi konusunda birçok çalışma yapılmış ve en az bir hafta beklenmesi gerektiği bildirilmiştir (47).

Bağlanma dayanımındaki düşüşlerin sebebinin beyazlatma sonrası dokulara yerleşen ve polimerizasyonu inhibe edici etkisi olabilen rezidüel oksijen olabileceği düşünülmüştür. Bu mekanizma sonrasında adeziv sistemin ve kompozit reçinenin polimerizasyonu inhibe olmaktadır (48). Beyazlatma ajanlarından açığa çıkan serbest radikaller ($O_2\cdot$) oksidasyon reaksiyonu sonrası, interprizmatik boşluklara girerek adezivin burada yayılmasını engellemektedir. Böylece reçinenin daha granüler, porözlü ve boşluklu yapıda olmasına sebep olurlar. Belirli bir bekleme süresinin geçmesi, yüzey antioksidanı uygulanması gibi işlemler peroksitlerin yüzeyden uzaklaşmasını sağlayarak bağlanma kuvvetlerini artırır (49).

2.3 Lazer

2.3.1 Lazerin tanımı

“LASER”, İngilizce olarak "*light amplification by stimulated emission of radiation*" yani "uyarılmış salma ile ışığın güçlendirilmesi" tanımlamasının kısaltılmış halidir. Lazer; fotonları uyumlu bir hüzmeye şeklinde oluşturan optik kaynaktır. Temeli, 1917’de Albert Einstein’ın İzafiyet teorisine dayanmaktadır. 2. Dünya Savaşı sırasındaki uçak saldırıları, “Radar Dalgası” üzerindeki çalışmaları arttırmış ve geliştirilen radar teknolojisi ile “*Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation*” teorisi öne sürülmüştür. 1957 yılında J.P. Gordon ve C.H. Townes, Bell laboratuvarlarında mikrodalga radyasyonu üreterek MASER ve onu izleyecek olan LAZER’in oluşumundaki teorik hesaplamayı yaparak yayınlamışlardır. 1958 yılında A. Schawlow ve C.H. Townes kızıl ötesi ve görünür ışığı kullanarak yapılacak olan bir lazeri, teori olarak ortaya koymuşlardır (50). Daha sonra birçok alanda uygulama alanı bulacak olan lazer ilk kez 1960 yılında Theodor Maiman tarafından, bir katı madde lazeri olarak *ruby* kristali ile üretilmiştir. Sonraları gaz lazeri, yarı iletken madde lazeri gibi değişik tipleri geliştirilmiştir (51).

2.3.2 Lazer ışığının oluşumu ve özellikleri

Aktif ortamın yapısını oluşturan atomların en son yörüngelerindeki elektronlarına dışarıdan enerji verilerek bir üst yörüngeye çıkması sağlanmaktadır. Verilen enerji kesildiği zaman elektron tekrar kararlı konumuna geçmektedir (bir alt yörüngeye düşer). Bu sırada kazanmış olduğu enerjiyi foton şeklinde yaymaktadır. Yayılan bu enerji, aktif ortamın iki tarafında bulunan yansıtıcı aynalar ile kendi ortamında döndürülmektedir. Bu fotonların diğer uyarılmış atomlara çarpması, “uyarılmış salınım” sürecini başlatmaktadır. Bu işlem elektronların tekrar tekrar uyarılması ile iki paralel ayna arasında aynı fazlı fotonların toplanması şeklinde devam etmektedir. Böylece eş fazda, şiddeti artarak uyarılmış ve o atomun frekans (renk) karakteristiklerini taşıyan güçlü bir foton demeti (ışık) elde edilmektedir. Lazer ışığındaki şiddet artışının esası, milyonlarca küçük enerji paketçiklerinin

(fotonların) çok dar bir hüzme halinde; aynı yönde, hem yan yana hem de art arda birleşmesine dayanmaktadır (50- 55).

Lazer demeti, geleneksel ışık kaynakları tarafından üretilen ışık demetlerinden farklıdır. Görünür ışıkla lazer ışığı arasındaki farklar şöyle sıralanabilir (56);

Tablo 2. 1: Lazer ışığı ile görünür ışığın özellikleri

Görünür Işık	Lazer Işığı
Dağınıktır	Doğrusaldır, dağılmaz (<i>Collimated</i>)
Birçok renk içerir	Tek renklidir (<i>Monochromatic</i>)
Işık dalgaları farklı fazdadır	Işık dalgaları aynı fazdadır (<i>Coherent</i>)

2.3.3 Lazer doku etkileşimi

Lazerin hedef dokudaki etkisini belirleyen birçok etken vardır. Sadece hedef dokuda istenilen sonucu elde edip, çevre dokulara zarar vermemek için lazer doku etkileşiminde rol oynayan şu temel etkenler dikkate alınmalıdır;

- Lazer ışığının özellikleri: Işığın dalga boyu, enerji yoğunluğu, uygulama süresi, kontakt ya da non-kontakt uygulama, atımlı ya da sürekli modda uygulama,
- Hedef dokunun biyolojik yapısı uygulanan dokunun içeriği (hidroksiapatit, su, melanin vs.), soğurma katsayısı, dokudaki soğutucu bileşenler (damarsal yapılar, hücreler arası ve hücre içi sıvı miktarı vs.), dokunun yoğunluğu (57-59).

Lazer ışını dokuda 4 şekilde ilerleyebilir:

Yansıma (*reflection*)

Yansıma, ışığın hedef dokuya olan ilgisizliğinden dolayı hedef doku tarafından itilecek olan optik bir fenomendir (54). Lazer ışığı herhangi bir dokuya uygulandığında doku yüzeyinden sekerek dışarıya doğru dağılmaktadır. Yansıma, istenilen miktarda enerjinin dokuya iletilmesini engeller. Mineden yansıma, dentin ve dişetine göre daha fazladır (50, 59).

Soğurulma (*absorption*)

Bir lazerin biyolojik bir etki gösterebilmesi için enerjisi doku tarafından soğurulmalıdır. Dokudaki soğurulma miktarı, lazerin dalga boyu ve hedef dokunun optik özelliklerinden etkilenmektedir. Doku içerisinde soğurulan lazer enerjisi dokuda çoğunlukla termal enerjiye dönüşüp, vaporizasyon (buharlaşıma) ya da karbonizasyona (kömürleşme) neden olmaktadır. Bu durum ışık enerjisinin ısı enerjisine dönüşümü olarak da tarif edilebilmektedir (60).

Saçılma (*scattering*)

Lazer ışığı enerjisinin doku içinde molekülden moleküle sekerek dağılması ya da sıçraması, ‘saçılma’ etkisi olarak bilinmektedir. Dokunun heterojen yapısına bağlı olarak partikül boyutlarındaki ve dokunun farklı bölümlerindeki kırılma indekslerindeki değişkenlik saçılma miktarını belirleyen unsurlardır (50).

Geçme (*transmission*)

Lazer ışığı doku içerisinde hiçbir etki göstermeden derinlere ilerleyip, dokuyu terk edebilmektedir. ‘Geçme’ etkisi dalga boyuyla ilgili olarak lazer ışığının doku içerisinden geçerek ulaştığı maksimum penetrasyon derinliği olarak da tanımlanmaktadır. Lazer ışığının dalga boyu uygulandığı doku tarafından ne kadar az soğuruluyorsa, ışık doku içerisinde o kadar derine geçebilmektedir (51).

2.3.4 Lazerlerin fotobiyolojik etkileri

Lazer ışınının dokular tarafından soğurulması, lazer enerjisinin dokuda en etkili ve en çok istenilen durumudur. Diş hekimliğinde lazer ile dokuda soğurulmayla gerçekleşen fotobiyolojik etkiler amaçlanmaktadır. Bu fotobiyolojik etkiler; fotokimyasal, fototermal, fotomekanik, fotoelektrik etkilerdir (50).

Fotokimyasal etkiler

Fotokimyasal etki, lazer ışığının herhangi bir termal etki olmaksızın uygulandığı hedef dokuda oluşturduğu kimyasal değişiklikler olarak tanımlanmaktadır. Lazer ışığının fotokimyasal etkilerinden fotodinamik terapide, fotoradyasyonda, biyostimülasyonda ve biyoinhibisyonda faydalanılmaktadır (50, 51).

Fototermal etkiler

Termal etkiler, lazer ışığının ve dokunun optik özelliklerine ve termal iletkenlik katsayısına bağlı olarak az veya çok olmaktadır. Dental yapı içine sıkışan suyun kaynama noktasına (100 °C (Santigrat)) kadar hızlı sıcaklık artışı, çevredeki dokunun yapısal gerilimini aştığında basınç artmasına neden olur ve doku içinde bir mikro-patlama meydana gelir (54).

Fotomekanik ve fotoelektriksel etkiler

Fotomekanik ve fotoelektriksel etkiler, çok kısa ve yüksek enerji yoğunluğuna sahip atımlarla dokuda oluşturulan ve termal olmayan etkilerdir. Fotomekanik etkiler, mekanik şok dalgaları sonucu oluşan hızlı termal genleşme (*photoablation*) veya optik geri kırılmalar (*photodisruption*) olarak belirtilirken; fotoelektriksel etki, elektriksel şarjla doku çıkarılması (*photoplasmolysis*) olarak tanımlanmaktadır (51).

2.3.5 Lazerlerin sınıflandırılması

Lazerler çeşitli özelliklerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (54, 61-63);

Lazer aktif maddesine göre

- a. Katı kristal ortam lazerleri (Er: YAG (Erbium-doped yttrium aluminium garnet), Nd: YAG (Neodymium-doped yttrium aluminium garnet), Ho: YAG (Holmium yttrium aluminium garnet), Ruby, Alexandrite, Er,Cr: YSGG (Erbium, chromium: yttrium-scandium-gallium-garnet))

- b. Gaz ortam lazerleri (CO₂ (Karbondiyoksit), Argon, HeNe (Helyum neon), Excimer (Excited Dimer), Ultraviyole (UV))
- c. Sıvı ortam lazerleri (Boya (dye) lazerleri)
- d. Yarı iletken ortam lazerleri (Diyot lazerler)

Lazer çalışma yöntemine göre

- a. Sürekli ışık veren lazerler (*Continuous*)
- b. Atımlı ışık veren lazerler (*Pulsed*)
- c. Kesikli ışık veren lazerler (*Chopped*)

Lazer ışığının dalga boyuna göre

- a. Mor ötesi (ultraviolet-UV) lazerler (140-400 nm)
- b. Görünür (visual-VIS) lazerler (400-700 nm)
- c. Kızıl ötesi (infrared-IR) lazerler (700 nm ve üstü)

Lazer ışığının enerjisine göre

- a. Yumuşak (soft, athermic) lazerler (HeNe, GaAs, GaAlAs)
- b. Sert (hard, thermic) lazerler (CO₂, Nd: YAG, Argon, Excimer, Ho: YAG, Er Cr: YSGG, Er: YAG)

2.3.5.1 Diyet lazer

Katı hal aktif ortamı bulunan alüminyum veya indiyum, galyum ve arseniğin bazı kombinasyonları ile yarı iletkenlerden üretilen bir lazerdir. Dental uygulamalarda kullanılabilen tipinin dalga boyu 800 ile 980 nm arasındadır. Bu dalga boyları elektromanyetik spektrumun görünmez iyonize olmayan kızılötesi bölgesine yakın bir bölgededir. Her cihaz, sürekli dalga ve kapılı darbeli modlarda optik fiber ile lazer enerjisi iletir ve cerrahide yumuşak doku ile temas halinde veya daha derin pıhtılaşma için kontakt dışı kullanılır. Argon cihazlarında olduğu gibi, verimli çalışma sağlamak için optik fiber ilk kullanımdan önce ve işlem sırasında ikiye ayrılmalı ve hazırlanmalıdır.

Bütün dalga boylarındaki diyet lazerler, pigmente dokularda çok yüksek oranda emilmekte ve dokulara derin penetrasyon göstermektedir. Diş sert dokuları

tarafından emilimi azdır. Diyet lazerler diş dokuları tarafından çok az absorbe mine, dentin ve semente yakın çalışılması gereken yumuşak doku cerrahilerinde güvenle kullanılabilir (50). Diyet lazerlerin yumuşak dokuda uygulamalarından; dişeti şekillendirilmesi, küretaj, oral ülserlerin tedavisi, frenektomi ve gingivektomi işlemlerinde başarılı bir şekilde kullanıldığı bildirilmiştir (62). Bunun yanı sıra rk teşhisi, biyostimulasyon, beyazlatma, kök-kanalı ve periodontal cep dezenfeksiyonu, dentin aşırı duyarlılığı tedavisi, aside karşı diş sert dokularının direncinin arttırılması tedavilerinde kullanılmaktadır (53, 64).

Diyet lazerlerin avantajlarından biri de, diğer lazerlere göre küçük boyutlu, portatif bir alet olmasıdır (50).

2.3.6 Beyazlatmada lazer kullanımı

Lazer sistemleri kullanılarak yapılan *power bleaching*'in amacı, minede morfolojik ve kimyasal değişikliğe sebep olmadan kontrollü sıcaklık yükselmesi sağlayarak dişin verimli bir şekilde beyazlamasını sağlamaktır (7).

Lazer ile beyazlatmada iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan biri "*power bleaching*" olarak bilinen fototermal beyazlatmadır. Fototermal beyazlatma, absorbe edilen ışık enerjisinin ısıya dönüştüğü ve lokal sıcaklık artışına neden olan bir süreçtir. Yüksek yoğunluktaki ışık kaynağının aktivasyon jeline kontrollü bir biçimde ısı vermesi ve jel içindeki peroksit bileşiklerinin parçalanması esasına dayanmaktadır. Başka bir lazer beyazlatma türü de fotokimyasal beyazlatmadır. Fotokimyasal etkileşim, makromoleküller veya doku içindeki kimyasal etkileri ve reaksiyonu başlatır. Fotokimyasal beyazlatma, oksijene doğrudan enerji vermek için görünür ışık enerjisini kullanır (65, 66).

Bugün diş beyazlatma için FDA (The Food and Drug Administration) tarafından kabul edilen 3 diş lazeri bulunmasına rağmen (argon lazer, CO₂ lazer ve diyet lazer) beyazlatma için test edilmiş diğer lazerler de vardır. Ekim 1998'de ise ADA (The American Dental Association) Bilimsel Konseyi, lazer destekli ağartmayı gözden geçirmiş ve pulpa güvenliğine ilişkin endişeler ve kontrollü klinik

Çalışmaların eksikliği nedeniyle CO₂ lazerinin nerilmediği sonucuna varmıştır (62, 66).

Bir beyazlatma ürünü aktivatörü olarak lazer ışığının kullanılması, diğer profesyonel teknikler, evde beyazlatma veya ofis içi beyazlatma ile karşılaştırıldığında farklı avantajlar sunar:

- Çalışma süresini kısaltır ve bu nedenle aşır ı beyazlatma ve operasyon sonrası hassasiyet riskini azaltır.
- Doğru kullanıldığında, pulpa içi sıcaklığın minimum artışını belirler ve pulpa odasına zarar vermez (5,5 C'den daha düşük)
- Oluşan oksijenin mine ile dentin içinde daha derine nüfuz etmesine ve tetrasiklin gibi en derin renkleşmede bile etkili olmasına izin verir.
- Tedavi sadece bir seansta tamamlanabilir ve verimli olabilir (54).

Diş minesini kimyasal veya fiziksel desteklemek için lazer enerjisi güçlü bir şekilde emilip verimli bir şekilde ısıya dönüştürülmelidir. Yüksek gteki diyet lazerlerde olduğu gibi mine tarafından kötü absorbe edilen lazer dalga boylarında uygun bir boya tabakası ışığı absorbe eder ve üretilen ışıyı hedef dokuya aktarır (67).

Diyot lazer ağartıcı jelin içindeki spesifik kromoforlarda absorbe edildiğinden, reaksiyonlar konvansiyonel yöntemlere kıyasla daha hızlı, daha etkili ve daha güvenli bir şekilde gerçekleşir. Yapılan çalışmaların sonucuna göre; taramalı elektron mikroskoplarında, minenin lazer ile beyazlatılmış örneklerde bozulmamış olduğu, ancak demineralizasyon ve czlmenin geleneksel olarak ağartılmış örneklerde daha fazla olduğu görülmüştür (68).

2.4 Adezyon ve Adeziv Ajanlar

2.4.1 Adezyonun tanımı

Adeziv terminolojide adezyon ya da bonding bir substratın diğerine bağlanması ya da iki farklı materyal yakın kontağa geldiği zaman onları bir arada tutan kuvvet olarak tanımlanır. The American Society For Testing and Materials (ASTM) adezyonu iki yüzeyin interfasiyel kuvvetlerle bir arada tutulması olarak

tanımlar. Adezyon, molekül ve atomların birbirine yapışma eğilimi olarak da tanımlanır. Kohezyon benzer materyallerin yapışması, adezyon ise benzer olmayan atom veya moleküllerin yapışması anlamında kullanılır. Bu iki tanım da dental materyaller ile direkt ilişkilidir (69).

Diş hekimliğinde adherentler, mine, dentin, amalgam, kompozit, seramik, cam ionomer ya da metal yüzeyler olabilir. Adezivler tek bir yüzeyde adezyon sağlayan adezivleri (örneğin; sealant) ya da birden fazla yüzey arasında adezyon gerçekleştiren adezivleri (örneğin; kompozitin dentine bağlanması, seramik restorasyonların dişe bağlanması gibi) içerir. Yüzey ya da substratın diğer bir adı adherent'dir. İki materyali birbirine bağlayan substrata adeziv denir. Adherentlerin adeziv ile birleştirildiği bölgeye ise arayüz denir (69).

Adezyon 3 farklı mekanizma ile elde edilir:

Fiziksel adezyon: Van der Waals kuvvetleri veya diğer elektrostatik etkileşimler sonucu farklı yapıdaki düz yüzeyler arasında gerçekleşen zayıf bir bağlanmadır.

Kimyasal adezyon: İyonik, kovalent ve mekanik bağlar gibi primer birleşme kuvvetlerini esas alan, farklı yüzeylerin atomları arasında oluşan zayıf bir bağlanmadır.

Mekanik adezyon: Geometrik etkenlere bağlı olarak düzensiz yüzeyler arasında meydana gelen güçlü kilitlenmedir.

Başarılı bir adezyon sağlanabilmesi için:

- Adherentin ıslanabilirliği iyi olmalı,
- Adezivin değme açısı mümkün olduğunca küçük olmalı,
- Adezivin yüzey gerilimi adherentin kritik yüzey gerilim değerine eşit veya daha az olmalıdır (70).

2.4.2 Mineye bağlanma

Restorasyon materyallerinin mine yüzeyine adeziv sistemlerle bağlanması diş hekimliğinin alışlagelmiş uygulamaları arasındadır. Mine yüzeyinin asitle pürüzlendirilmesiyle mine yapısında mikroporoziteler oluşturulmakta ve bu porözitelere nüfuz eden rezin uzantıları sayesinde kompozit rezinin (mikro mekanik) bağlantısı gerçekleşmektedir (71). Mine dokusuna adezyonu ve yapışma yüzeyini

arttırmak için asitle dağlama işleminin yapılması gerekliliği ilk defa 1955 yılında Buonocore tarafından ortaya konmuş ve restoratif diş hekimliğinde yeni bir dönemin başlangıcı olmuştur. Asitleme işlemi sıklıkla %35-37'lik fosforik asitle yapılır (72).

Minenin asitlenmesinin amaçları mineyi temizlemek, minedeki smear tabakasını uzaklaştırmak, prizmatik ve interprizmatik mineral kristallerini uzaklaştırarak mikropöröziteyi ve minenin yüzey enerjisini arttırmaktır. Asitlenerek pürüzlendirilmiş yüzeye rezin esaslı sıvı bir materyal uygulandığında, kapiller hareket ile rezin yüzeye penetre olur. Mine prizmalarının ve kristallerinin arasına rezinin penetre olması ile rezin mikrotagların oluşumu, rezinin mineye bağlanmasında temel mekanizmadır (73).

Günümüzde minenin asitlenmesi sonucu görülen mikromorfolojik modeller Tip I, Tip II ve Tip III asitleme modeli olarak ifade edilmektedir (1). Tip I asitleme modelinde mine prizmalarının korları çözünürken periferleri çözünmez. Tip II asitleme modelinde ise mine prizmalarının periferleri çözünür ancak korları sağlam kalır. Her iki asitleme modelinden farklı, diğer asitleme modellerine benzeyen alanlar içeren ve mine prizması morfolojisi ile ilişkili olmayan topografiye sahip alanların görüldüğü asitleme modeli ise Tip III olarak tanımlanır (74).

2.4.3 Adezivlerin sınıflandırılması

2.4.3.1 Bağlayıcı sistemlerin gelişimine göre yapılan sınıflandırma

Birinci jenerasyon dentin bağlayıcı sistemler

Düşük bağlanma dirençli kavite primerlerinden oluşmaktadır. Bu sistemlerde smear tabakası göz ardı edilmiştir. Adezyon mekanizması reçine uzantılarının dentin kanalcıklarına derin penetrasyonu ile gerçekleşmektedir (75).

İkinci jenerasyon dentin bağlayıcı sistemler

1970'lerin sonunda ana maddesi doldurucusuz rezinin halofosfor esterleri, Bis-GMA (Bisfenol A glisidil metakrilat) veya HEMA (2-hidroksietil metakrilat) olan dentin bonding ajanlar üretilmiştir. Mineye asit uygulaması sonucu bağlanma direnci geliştirilmiş mine dentin bağlayıcı ajanlarıdır. Çoğu ikinci jenerasyon bağlayıcı ajanlarında smear tabakasına herhangi bir işlem uygulanmaz (76).

Üçüncü jenerasyon dentin bağlayıcı sistemler

Adezivlerin yapısına suda çözünebilen gluteralehit ve yüzey aktif HEMA monomerleri ilave edilmiş ve dentin kollajenlerinin amino grupları ile bağlanma sağlanabilmiştir. Çok basamaklı uygulamalar içermesiyle karakterize olan 3. basamak adeziv sistemlerinde ilk önce dentine asitleme yapılır. Kullanılan asitler smear tabakasını kaldırır ve modifiye eder. Daha sonra primer ve adeziv uygulanır (70).

Dördüncü jenerasyon dentin bağlayıcı sistemler

Dördüncü jenerasyon bağlayıcı ajanları adeziv diş hekimliğinde önemli gelişme aşamalarından biridir. Smear tabakası tam olarak kaldırılmıştır. Sistem total etch tekniği ile hibrit tabakası ve dentin kanalları içine rezin uzantılarının oluşumu üzerine kuruludur. Bu ajanlarla nemli yüzeye bağlanma konsepti geliştirilmiştir. Primer HEMA, 4-META (Metakriloksietil trimellitat anhidrit) gibi monomerlerden oluşur. Bu monomerler aseton etanol gibi çözücülerde çözünmüştür. Böylece bağlayıcı ajan hidrofilik karakter kazanır (77).

Beşinci jenerasyon dentin bağlayıcı sistemler

4. kuşaktaki zor ve karmaşık uygulama işlemlerinin hızlandırılması amaçlanarak oluşturulmuştur. Primer ile adeziv rezin birleştirilerek tek şişe içinde kullanıma sunulmuştur. Yapılarına, BİS-GMA, BPDm (bisfenildimetakrilat), HEMA ve ışıkla polimerizasyon sağlayan ajanlar bulunur. Bu kuşakta yer alan aseton esaslı hidrofilik primer içeren adeziv sistemlerin nemli dentin dokusuna, kurutulmuş dentin dokusuna oranla daha güçlü bir bağlanma oluşturduğu bulunmuştur (70, 78).

Altıncı jenerasyon dentin bağlayıcı sistemler

Beşinci kuşak sistemler uygulama aşamalarını kısaltmasına rağmen ‘Total Etch’ tekniğindeki teknik hassasiyeti gidermemiştir. Self etch olarak adlandırılan bu sistemde asit ve primer basamaklarının birleştirilmesi çalışma zamanını azaltıp, asidik jelin yıkanma safhasını ve aynı zamanda kollajenlerin aşırı kurumaya bağlı çökme riskini ortadan kaldırmıştır (79).

Yedinci jenerasyon dentin bağlayıcı sistemler

7. jenerasyon bağlayıcılar; asit, primer ve adeziv reçineyi tek bir şişe içinde ve bir arada içerirler. Tek aşamalı bağlayıcı sistemler (*all in one*) olarak da isimlendirilen bu bağlayıcılar diş hekimlerine kolay uygulama olanağı sağlarlar. Ancak kullanımı karmaşık yapıları nedeni ile monomer çözücü ayrışmalarına neden olurlar ve meydana getirdikleri adeziv tabakalarda kopmalar sergileyebilirler. 18-25 MPa (Megapaskal)’a kadar dentine bağlanma dayanım değerleri elde edilmiştir (80).

2.4.3.2 Smear tabakası ile olan ilişkilerine göre sınıflandırma

Smear tabakasını modifiye eden bağlanma stratejisi

Bu grupta smear tabakası içine infiltre olan monomerlerin polimerizasyonu ile smear tabakasının altındaki dentine bağlantısının kuvvetleneceği beklentisi vardır. Ancak dentine penetrasyonlarının yüzeyel olması nedeni ile tutunmaları da çok yüzeyel olur (81, 82).

Smear tabakasını tamamen ortadan kaldıran bağlanma stratejisi

Bu sistemlerde total etch tekniği ile mine ve dentine aynı anda asit uygulanarak smear tabakası tamamen kaldırılır. Etki mekanizmaları genellikle rezin tag oluşumu ve hibridizasyona bağlıdır. Bu sistemler genellikle üç basamaklıdır (asitleme, primer, adeziv). Bu tekniğin komplike olması, teknik hassasiyet gerektirmesi ve zaman alıcı olması, primer ve adezivin birleştirildiği sistemlerin geliştirilmesine yol açmıştır (82).

Smear tabakasını çözen bağlanma stratejisi

Uygulamaları daha basit olan, zayıf asidik primer ya da self etch primer olarak adlandırılan bu sistemler smear tabakasını tamamen kaldırmaksızın çözerler. Tübül ağzılarını açarak dentini kısmen demineralize ederler. Bu sistemde, mine ve dentinin asitlenmesi, primerlenmesi ve monomerlerin penetrasyonu aynı anda sağlanır. Çözünen smear tabakası bonding işlemlerine dahil olur. Böylece smear tabakası ile iç içe geçmiş bir hibrit tabaka meydana gelir (81, 83).

2.4.3.3 Adeziv sistemlerin uygulama yöntemlerine göre yapılan sınıflandırma

Etch and rinse adezivler

Etch and rinse sistemler ayrı bir asitle pürüzlendirme ve asitin yıkanması aşaması gerektirirler. Bu sistemlerde diş yüzeyine öncelikle asit uygulanarak (çoğunlukla %30-40'luk fosforik asit) smear tabakası kaldırılır ve yüzey koşulları değiştirilir. Üç aşamalı sistemlerde sırasıyla önce primer ve daha sonra adeziv rezin uygulanmaktadır. İki aşamalı etch and rinse adezivlerde ise primer ve adeziv tek bir şişede birleştirilmiş ve klinik uygulamalardaki basamak sayısı azaltılmıştır (84).

Mine dokusunun asitle pürüzlendirilmesi işlemi kompozit rezin restorasyonların ömrünü uzatmakta ve marjinal renklenme, sekonder çürük oluşumu ve postoperatif duyarlılığın önüne geçmektedir. Ancak bunun sağlanabilmesi için asit uygulamasının en uygun şekilde ve sürede yapılması gerekmektedir. Minede asitle pürüzlendirme işlemi için optimum süre olan 30 sn (Saniye)'den daha uzun süre asit uygulanması ya da asitin yıkanmasının ardından aşırı derecede hava ile kurutulması, açığa çıkan kollajenlerin yapısını bozacak ve adeziv sistemlerle sağlanacak bağlanmayı olumsuz yönde etkileyecektir. Ayrıca hava ile kurutma işleminin teknik hassasiyet gerektirmesi, asitle pürüzlendirme sırasında dentin tübüllerini tıkayan smear tıkaçlarının kaldırılmasına bağlı olarak dentin geçirgenliğinin artması nedeniyle postoperatif duyarlılık gelişebilmektedir (11).

Self etch adezivler

Etch and rinse adeziv sistemlerde karşılaşılan klinik uygulamalardaki güçlük, uygulamanın fazla zaman gerektirmesi ve postoperatif duyarlılık gibi sorunlar nedeniyle self-etch adeziv sistemler geliştirilmiştir (84). İlk self etch sistemler, HEMA-su bazlı adezivlerde asidik monomer miktarının arttırılması ile üretilmiştir. Su, fonksiyonel monomerlere iyonizasyon ortamı sağlaması nedeni ile günümüz self etch adezivlerinin içeriği için zorunludur (85). Bu sistemler ayrı bir basamakta asitleme ve yıkama fazı gerektirmezler. Mine ve dentini eş zamanlı demineralize eden ve primerin infiltrasyonunu sağlayan asidik monomerler içerirler. Böylece klinik uygulama zamanını azaltmakla birlikte işlem süresince hata yapma olasılığını da düşürürler. Asitleme sonrası yıkama işlemi yapılmadığından smear tabakası ve demineralizasyon ürünleri ortamdaki uzaklaşmaz, adeziv rezin içerisine dahil olur. Asitleme ve rezin infiltrasyonu eş zamanlı olduğundan eksik infiltrasyon olasılığı düşüktür ya da yoktur. Buna bağlı olarak post operatif duyarlılığın oluşmaması beklenir (78).

Uygulama prosedürlerine göre:

- İki basamaklı self etch adezivler
- Tek basamaklı (*all-in-one*) self etch adezivler

Asiditelerine göre:

- Hafif self etch adezivler ($\text{pH} \geq 2$)
- Orta kuvvetli self etch adezivler ($\text{pH} = 1.5$)
- Kuvvetli self etch adezivler ($\text{pH} \leq 1$) (85)

Kuvvetli asiditeye sahip self etch adezivler etch and rinse adezivler ile benzer pürüzlendirme etkisine sahip olup mine dokusuna bağlanmaları kabul edilebilir düzeydedir. Ancak yine de bağlanma dayanıklılıkları etch and rinse adezivler ile karşılaştırıldığında genellikle daha düşüktür. Orta asidik self etch adezivlerin pH değerleri 1,5 civarında olup zayıf ve kuvvetli asidik self etch adezivler arası etki gösterirler. Mikromekanik bağlanma için yeterli bir pürüzlendirme sağlayabilirler ancak oluşturdıkları hibrit tabakanın kalınlığı kuvvetli asiditeye sahip self etch adezivlere göre daha azdır. Zayıf asidik self etch adezivlerde ise $\text{pH} \geq 2$ olup pürüzlendirme etkileri oldukça zayıftır. Demineralizasyon ve infiltrasyon derinliği

sıg olduğu için hibrit tabaka oldukça yüzeyeldir ve bağlanma dayanıklılıkları oldukça düşüktür (70, 73).

İki aşamalı self etch adezivler

İki basamaklı self etch adeziv sistemlerde asit ve primer tek bir şişede birleştirilmiştir. Bonding ajan ayrıca uygulanır. İki bileşenli self etch adeziv sistemlerin bileşenlerinin karıştırılarak kullanılması gerekir. İki basamaklı self etch adeziv sistemlerde minenin önceden asitlenme işlemi, asitleme ve primer uygulamayı aynı anda yapabilen hidrofilik, asidik monomerlerin kullanılması ile ortadan kaldırılmıştır. Bu fonksiyonel monomere self etch primer adı verilir. Self etch sistemlerdeki reaktif bileşenler metakrilik asit veya fosforik asit gruplarından alınan bivalent alkollerden türetilen esterlerdir. Fosforik kalıntı asitleme işleminden, molekülün metakrilat bileşeni ise bağlayıcı ajan ve kompozit rezin arasındaki polimerizasyondan sorumludur. Bu şekilde reaksiyon ürünlerinin veya fosforik asit esterinin yıkanmasına gerek yoktur çünkü her ikisi de bonding tabakası içinde polimerize olur (86).

Self etch adeziv sistemlerde mine ile mikromekanik etkileşimin ve kristallerin içindeki nano retansiyonların yanında 4-MET, fenil fosfat ve 10-MDP (Metakriloksidesil dihidrojen fosfat) gibi bazı fonksiyonel monomerler ile hidroksiapatit kalıntılarındaki kalsiyum arasındaki etkileşimin bir sonucu olarak kimyasal bağlanma reaksiyonlarının meydana gelmesi beklenmektedir (87).

Tek aşamalı (all-in-one) self etch adezivler

Asidik monomer ilave edilmiş primer ve adeziv birlikte yer almakta ve aynı anda uygulanmaktadır. Hidrofilik ve hidrofobik komponentlerin karışımıdır. Tek basamaklı self etch adeziv sistemler iki basamaklı self etch ve iki basamaklı total etch sistemler ile karşılaştırıldıklarında bağlanma dayanımları daha düşük bulunmuştur. Bu sistemlerin, yüksek hidrofiliteyi nedeni ile polimerize edildikten sonra suyun adeziv tabakasından geçişine izin veren geçirgen bir membran gibi davrandığı gösterilmiştir (78).

Dental adezivlerin bu yeni ailesi “ *universal*” ya da “*multi mode*” olarak bilinmektedir ve markette adezivlerin en son jenerasyonunu temsil eder. “*All in one* “ konseptinde dizayn edilmişlerdir. Multi mode adezivler için hangi protokolün uygun olduğu konusunda sınırlı klinik takip bulunduğundan bağlanma etkinliği hala tartışma konusudur (88). Üretici firmalar son yıllarda birçok araştırmaya konu olan universal adezivlerin etch and rinse, self etch ve selektif etch olmak üzere üç farklı şekilde de kullanılabileceğini belirtmektedir (89).

Self etch adezivler ile pürüzlendirme ve adeziv penetrasyonu aynı anda meydana geldiği için, aşırı demineralizasyona bağlı yetersiz rezin monomer infiltrasyonu sonucunda hibrit tabakanın içinde ortaya çıkan problemler ve beraberinde oluşan düşük bağlantı kuvvetleri engellenmektedir (73). Smear tıkaçları uzaklaştırılmadığı için oluşan kısa rezin taglarına rağmen oldukça iyi bir sızdırmazlık sağlanmaktadır. Aynı nedenle operasyon sonrasında hassasiyet meydana gelme olasılığı da düşüktür (87).

2.5 Bağlanma Dayanımı

Klinik deneyler, restoratif materyallerin etkinliğini değerlendirmenin en uygun yoludur. Ancak yeni adeziv sistemlerin ya da monomerlerin klinik olarak araştırılması teknik ve etik olarak genellikle zordur. Bu nedenle, diş hekimliğinde laboratuvar çalışmaları sıklıkla tercih edilmektedir. Ayrıca, laboratuvar testlerinin daha az maliyetlerde olması, adeziv teknolojideki hızlı değişim ve klinik çalışmaların uzun zaman alması da araştırmacıların deney yaparken laboratuvar test yöntemlerini tercih etmelerine sebep olmaktadır (90).

Bağlanma testleri, restoratif sistemler ve bağlayıcı ajanların bağlanma dayanımlarının değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılır. Bu çalışmalar bağlayıcı ara yüzeyinin devamlılığını değerlendiren çalışmalardır (91). Bağlanma dayanımı değerleri, su içeriği, smear tabakasının varlığı veya yokluğu, dentin geçirgenliği, dentin tübüllerinin yüzeyle ilişki durumu ve arayüzdeki gerilim dağılımı ve in vitro testlerin farklılıkları gibi faktörlere bağlı değişiklik gösterebilirler (92).

İdeal bir bağlanma dayanımı testi uygulaması kolay olmalı; böylece düşük teknik hassasiyet göstermeli ve hızlı uygulanabilir olmalıdır (91). Bağlanma dayanımı çok çeşitli yöntemlerle test edilebilmektedir. Bu yöntemler bağlanan alan boyutlarına ve uygulanan gerilme şekline göre sınıflandırılabilir. Mine ve dentin üzerindeki adeziv performans, bağlanan alanın boyutuna bağlı olarak kabaca makro veya mikro olarak ikiye ayrılmıştır. Makro bağlanma kuvveti, diğer bir deyişle, 3 mm² (milimetrekare)’den büyük bağlanmış alan, makaslama, gerilme, itme veya çekme protokolü kullanılarak ölçülebilir (93).

2.5.1 Çekme testleri

Çekme testlerinde makaslama testlerine göre daha düzenli bir kuvvet dağılımı vardır ve bu özellik sayesinde yüzeyden kopmayı başlatan kuvvet değerleri daha doğru tahmin edilebilir. Bir çekme testinde yapışma bölgesi dış yüzeyine 90° açı ile yani dik olarak hareket eden bir kuvvet tarafından kırılır. Çekme testlerinde ‘boyun’ bölgesine sahip veya halter şekilli yassı örnekler üzerinde ölçüm yapılır ve bu yüzden örnek hazırlama aşaması makaslama testlerinden daha zordur (94, 95).

2.5.1.1 Makroçekme bağlanma dayanımı testi

Makroçekme testinde (*macrotensile*), düz mine ya da dentin yüzeyine bağlanan silindir şeklindeki kompozit parçasına çekme kuvveti uygulanır. Genellikle adeziv dentin arasındaki bağlanmanın kırılma direncini değerlendirebilmek amacıyla kullanılır (96).

2.5.1.2 Mikroçekme bağlanma dayanımı testi

Mikroçekme bağlanma dayanımı testi (*microtensile*), makro testlerin sağlayamadığı araştırma yöntemlerini sağlar. Laboratuarda örneklerin küçük çaplarda hazırlanarak, bağlanma dayanımlarının bu küçük parçalara göre değerlendirilmesi, diştten kaynaklanan yapısal farklılıkların bağlanmaya etkisini gösterir (97). Bağlanma yüzeyi, makro testlere göre çok küçük yüzeylerde değerlendirilir (~1 mm²). Aynı diştten çok sayıda örnek elde edilerek ölçüm

yapılabilir. Çekilmiş dişin farklı dentin yüzeylerindeki bölgesel farklılıklar araştırılabilir (98, 99).

2.5.2 Makaslama testleri

Bu testler adeziv bir ajan aracılığı ile birleştirilen iki materyalin kırılma gerçekleşinceye kadar, makaslama yüklemesine maruz bırakılması şeklinde yapılmaktadır ve maksimum kuvvetin bağlanma yüzeyi alanına bölünmesiyle de bağlanma dayanım değeri hesaplanır. Örnekler substrat materyalinin bağlanma yüzeyine farklı çaplardaki silindirik kalıplar kullanılarak yerleştirilmesiyle hazırlanır. (100). Yapışma bölgesi diş yüzeyine paralel olarak hareket eden bir kuvvet tarafından kırılır. Örnekler makine içinde özel bir parça kullanılarak sabitlenir ve diş yüzeyine paralel olarak belli bir hızla hareket eden makaslama kafası yardımı ile kırılır (95).

2.5.2.1 Makro makaslama bağlanma dayanım testi

Bu testin uygulanması sırasında üniversal bir test cihazında tek çentikli keski (chisel), düz-sonlu çubuk veya tel bükümü şekillerinde işlev gören parçalar kullanılabilir ve bunların içinde en yüksek stres konsantrasyonunu keski şekilli parça kullanımı göstermektedir. Makro makaslama (*macro shear*) ile elde edilen dentin bağlanma dayanımı değerleri 10-50 Mpa arasında değişirken bu testlerde görülen koheziv ve karmaşık başarısızlıklar sık olmakla birlikte örneklerin %55' ini etkileyebilmektedir (100). Genellikle çekilmiş insan ya da sığır dişlerinden düz yüzeyler elde edilerek örnekler hazırlanır, adeziv sistem uygulanır ve adezivin üzerine silindirik kompozit parçası bağlanır. Rezinin bağlandığı ara yüze genellikle bıçak şeklindeki bir uç yardımıyla kesme kuvveti uygulanır. Bu testin ardından genellikle örneklerin kırılma yüzeyleri incelenerek kırılmanın tipi (adeziv, koheziv, karışık) belirlenir (91, 101).

2.5.2.2 Mikromakaslama bağlanma dayanımı testi

1 mm² veya daha düşük bağlı kesit alanı olan makaslama bağlanma dayanımı testi ayrıca 'mikro' makaslama (*micro shear*) olarak da adlandırılır. Bu nispeten basit

olan test, adeziv sistemlerin etkin bir şekilde taranmasına, çeşitli alt tabakaların bölgesel ve derin profillerinin belirlenmesine ve dişlerin korunumuna izin verir (104).

2.5.3 Push-out testi

Bir materyalin başka bir materyalden yapılmış bir halkanın içinden baskı kuvvetleri kullanarak dışarı itilmesini içermektedir. Bu testler diş hekimliğinde özellikle materyallerin kök dentinine bağlanma dayanımlarının ölçülmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (102). Seramik ve metal gibi materyallerin simantasyonunun bağlanma dayanımını ölçmek için kullanılabilirler. Örneklerin hazırlanma prosedürü daha fazladır ve zaman kaybına neden olur. Bu yüzden çok sık kullanılan bir yöntem değildir (91).

2.6 Yüzey Görüntüleme Yöntemleri

2.6.1 Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve stereo mikroskop

Organik ve inorganik yapıdaki heterojen materyallerin nanometre ve mikrometre boyutunda incelenmesini sağlayan bir yöntemdir. SEM'in avantajlarının en önemlisi, çözünürlüğünün çok yüksek olmasından dolayı büyük hacimli objelerin yapısal incelenmelerini mümkün kılmasıdır. Ayrıca düz yüzeylerin görüntülerini üç boyutlu görüntüye benzer elde etmek mümkündür (103).

SEM, örnekler altın veya karbon gibi iletken bir madde ile kaplandıktan sonra gözlemlenebildiğinden direk yüzey görüntüleme tekniği değildir. Ayrıca yüksek vakum altında çalıştığından su içeren örneklerin görüntülenmesine izin vermez (104). SEM, görüntülerin yüksek büyütme (50x-10.000x ve üzeri) görselleştirilmesini sağlar. Bir elektron ışını, numunenin yüzeyini, ışının enerjisi ve numunenin doğası gibi birçok faktöre bağlı olarak çeşitli sinyaller üretmek üzere tarar, bu elektron demeti örnekler tabi tutulur ve yanıt bir dedektör ile toplanır. Diş yüzeyleri sabitlenip kurutulduğundan çoğunlukla yüksek vakumlu görüntüler elde edilir. Yüksek vakum görüntüler yüksek büyütme sağlar, ancak numunelerin iletken olması gerekir. Dişler ve dental materyaller iletken olduğundan örneklerin 20-100 nm kalınlıkta Au (Altın) ya da Au-Pd (Altın-Palladyum) ile kaplanması

gerekmektedir. Araştırmaya bağlı olarak karbon kaplama da kullanılır (105). SEM analizi yüzeyin sadece morfolojik özellikleri hakkında detaylı bilgiye ulaşmamızı sağlar. Kimyasal yapı veya adeziv kuvvet hakkında bilgi vermez (106) .

Stereomikroskop ile karşılaştırıldığında, aralarındaki en büyük fark; stereomikroskop görüntüyü büyütmek için ışığı kullanırken, SEM'in elektron ışını kullanmasıdır. Her ikisinde de çözünme gücü dalga boyuna bağlıdır. SEM örnekleri vakum içinde gözlenirken, stereomikroskopun sıvı ve katı örnekleri atmosfer ortamında rahatlıkla gözlenmektedir (107).

Günümüzde; gelişen teknoloji ve yükselen hayat standardı, estetik beklenti anlayışının değişimine öncülük ederken, daha az madde kaybı ile daha sağlıklı ve konservatif yaklaşımların gelişimini sağlamıştır. Vital ağartma teknikleri de etkili ve nispeten zararsız özellikleri nedeniyle son yıllarda oldukça popülerdir. Bütün bunlar hastaların diş estetikleriyle daha fazla ilgilenmelerine ve konservatif teknikleri tercih etmelerine neden olmuştur.

Lazerlerin diş hekimliğinde kullanım alanı çok geniş olmakla birlikte beyazlatma uygulamalarında da farklı dalga boylarında lazerler beyazlatma işlemini aktive etmek için kullanılabilir. Hatta son yıllarda diyet lazer gibi özellikle beyazlatma işlemi için özel tasarlanmış, çalışma prensipleri buna göre ayarlanmış ve özel beyazlatma jelleri ile birlikte bulunan lazer sistemleri piyasaya sunulmuştur.

Beyazlatma işleminden sonra da birçok vakada adeziv restorasyonlara ihtiyaç duyulabilmektedir. Ancak beyazlatma sonrası restorasyonların yapılabilmesi için beklenen süre ve kullanılacak adeziv sistem de hekimleri bu aşamada zorlayan iki önemli konudur. Restoratif materyalin mekanik, biyolojik ve estetik açıdan çok iyi sonuçlar verebilmesi, diş dokularına kuvvetli bir şekilde bağlanması ile mümkün olabilir. Kompozit rezin restorasyonlarla ilgili en sık yaşanan sorunlardan biri de materyalin diş dokularına yeterince bağlanamaması yani yeterli adezyonun sağlanamamasıdır. Bu sorunun üstesinden gelebilmek için birçok materyal ve

yöntem geliştirilmiş olmasına rağmen adeziv diş hekimliği ile ilgili çalışmalar halen devam etmektedir.

Günümüzdeki estetik beklentileri ve konservatif yaklaşımları göz önüne aldığımızda, hekim olarak en kısa zamanda en sağlıklı ve tatmin edici tedavi seçeneklerini hastaya sunmak zorundayız. Bu nedenle biz de çalışmamızda diyet lazer aktivasyonlu beyazlatmanın farklı adeziv sistemler kullanılarak yapılan kompozit restorasyonların bağlanma dayanımına etkisini değerlendirmeyi amaçladık.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu *in vitro* çalışma, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan dişlerin çekimi Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'nda yapılmıştır. Çalışma için Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurulundan 29.09.2015 tarihli, 2015/15 numaralı toplantı ve 15-KAEK-169 sayılı çalışma numarası ile onay alınmıştır. Deneylerde kullanılan yapay tükürük solüsyonu Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır. Çalışmaya ait verilerin istatistiksel değerlendirilmesi Gaziosmanpaşa Üniversitesi Temel Tıp Bilimleri Biyoistatistik Anabilim Dalı'nda yapılmıştır.

Çalışmamızda örneklerin hazırlanması sırasında kullanılan beyazlatma ajanları, adeziv ajanlar ve kompozit materyalinin içerikleri, üretici firmaları ve lot numaraları Tablo 3. 1, 3. 2 ve 3. 3'te gösterilmiştir.

3.1 Gereç

3.1.1 Çalışmada kullanılan ofis tipi beyazlatma ajanları

Opalescence Boost PF %40

Opalescence Boost (Ultradent Products, Inc. South Jordan, Utah, USA) maksimum etkinlik ve güvenlik için nötr pH değerine sahip %40 oranında hidrojen peroksit içerikli bir jeldir ve kimyasal olarak aktive olur. Beyazlatma işlemi için ışık kaynağına ihtiyaç duyulmamaktadır. İki ayrı şırınga sistemi birbirine kenetlenir ve jeller karıştırılır. Böylece her uygulama için taze ürün elde edilmesi sağlanmış olur. Bir şırıngada kimyasal aktivatörü içeren kimyasal, diğer şırıngada ise hidrojen peroksit bulunur. Aktivasyondan sonra, Opalescence Boost doğrudan şırıngadan uygulanır.

LaserWhite 20 Beyazlatma Jeli

Özel bir el aleti ve dağıtım sistemi olan lazer, beyazlatma işlemini hızlandırmak için LaserWhite 20 beyazlatma jelini aktive eder. Aktif bileşen olarak %45 oranında hidrojen peroksit içermektedir. Aktivatör, 940 nm dalga boyundaki lazer enerjisini absorbe eden bir boya içermektedir. İki ayrı şırınga birbirine kenetlenir ve jeller karıştırılır. Karıştırma şırınga sistemi aktivatörün doğru dozda ayarlanmasını ve her uygulamada taze jel oluşturulmasını sağlar. Karıştırıldığında LaserWhite 20 beyazlatma jelinin HP içeriği %35 olmaktadır.

3.1.2 Çalışmada kullanılan diyet lazer

The Epic™ 10 diyet lazer 940 nm dalga boyunda olan, cerrahi ve terapötik alanda kullanılan, oral yumuşak doku işlemlerinin geniş yelpazesi ve dental beyazlatma için tasarlanmış aynı zamanda minör ağrılarda geçici bir rahatlama sağlayan lazer türüdür (Şekil 3. 1). Bu lazer, görünmez kızılötesi radyasyon için yarı iletken bir kaynak olarak katı hal diyodu kullanmaktadır. Enerji lazer kaynağının ucundaki esnek bir fiber ve el ünitesi ile tedavi edilecek alana iletilir. Beyazlatmada kullanılan el ünitesinin lazer çıkış alanı $35 \text{ mm} \times 8 \text{ mm} = 2.8 \text{ cm}^2$ nokta büyüklüğündedir. Üreticinin önerdiği lazer ayarları, jel ile temas etmeden dış yüzeyine yakın mesafede ($\sim 1 \text{ mm}$) el aleti kullanarak CW (Continuous Wave) modunda 7 W (Watt) güç, toplam enerji 200 J (Joule) parametresi ile kullanmaktır. El aletini yaklaşık 30 saniye süreyle sabit tutarak lazer etkinleştirilir.



Şekil 3. 1: 940 nm dalga boyunda diyot lazer ve ucu

3.1.3 Çalışmada kullanılan adeziv sistemler

Adper Single Bond 2 (Etch and rinse iki aşamalı adeziv sistem)

Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St Paul, MN, USA) 5. Jenerasyon etch and rinse adeziv sistemidir. Asitleme sonrası primer ve adezivi bünyesinde barındıran bu ajan mine ve dentine uygulanır. İçeriğinde nano doldurucular bulunmaktadır. Her türlü direk ve indirek restorasyonda kullanılabilir. 10 µ (mikron) kadar ince bir film kalınlığına sahiptir. Bu adeziv kullanılmadan önce %37'lik ortofosforik asit (Condac 37, FGM, Portekiz, İspanya, Lot#533804) yüzeye uygulanmaktadır.

Clearfil SE Bond (İki aşamalı self etch adeziv sistem)

Clearfil SE Bond (Kuraray Medical Inc.1621 Sakazu, Kurashiki, Okayama 710-0801, Japonya) ışıkla sertleşen iki aşamalı 6. Jenerasyon self etch adeziv

sistemdir. Kendinden asitli bir primerden ve bir bonding ajanından oluşur. Primer, mine ve dentinin eş zamanlı tedavisine imkan verir.

Clearfil Universal Bond (Tek aşamalı self etch adeziv sistem)

Clearfil Universal Bond (Kuraray Noritake Dental Inc. Sakazu, Kurashiki, Okayama Japonya) 7. Jenerasyon self etch adeziv sistemdir. Tek aşamalı sistem ya da *universal bond* olarak da adlandırılan adeziv, ışıkla polimerize olur. Direkt ve indirekt restorasyonlarda total etch, self etch ve selektif etch tekniklerinin herhangi biriyle uygulanabilir.

3.1.4 Çalışmada kullanılan kompozit materyali

Clearfil Majesty Esthetics anterior kompozit materyali (Kuraray Dental Inc.1621 Sakazu, Kurashiki, Okayama 710-0801, Japonya) özellikle anterior restorasyonlar için geliştirilmiş, yeni bir yüzey ıslatma teknolojisi ile işlenmiş nano ve submikron inorganik dolguculardan oluşan radyoopak restoratif bir kompozit materyaldir. Silanlanmış baryum cam tozu, silanlanmış koloidal silis, bis-fenol A diglisidildimetakrilat (Bis-GMA), hidroforbik aromatik dimetakrilat, di-kamforokinon içermektedir.

Tablo 3. 1: Çalışmada kullanılan beyazlatma ajanlarının içerikleri

MATERYAL	ÜRETİCİ FİRMA	İÇERİK	LOT#
Opalescence Boost PF 40%HP Ofis tipi beyazlatma ajanı	Ultradent Products, Inc. South Jordan, Utah, USA	%40 hidrojen peroksit Potasyum nitrat ve florid (PF) Aktivatör	B6KS9
LaserWhite 20 Ofis tipi beyazlatma ajanı	BIOLASE, Inc. 4 Cromwell Irvine, USA	%45 hidrojen peroksit Aktivatör	B9GC2 B985H

Tablo 3. 2: Çalışmada kullanılan kompozit materyalinin içeriği

MATERYAL	ÜRETİCİ FİRMA	İÇERİK	LOT#
Clearfil Majesty Esthetics Nano-Superfilled Kompozit	Kuraray Medical Inc. 1621 Sakazu, Kurashiki, Okayama 710-0801, Japonya	Silanlanmış baryum cam tozu, silanlanmış koloidal silis, Bis-GMA, Hidrofobik aromatik dimetakrilat, di-kamferokinon	00032A

Tablo 3. 3: Çalışmada kullanılan adeziv sistemlerin içerikleri

MATERYAL	ÜRETİCİ FİRMA	İÇERİK	LOT#
Adper Single Bond 2 Etch and rinse İki Aşamalı Adeziv Sistem	3M ESPE, St Paul, MN, USA	Etil alkol, Bis-GMA, Silika nanopartiküller, HEMA, Gliserol, 1,3 dimetakrilat, Akrilik asit, Kopolimer ve itakonik asit, diüretan dimetakrilat, su	N563309
Clearfil SE Bond Self Etch İki Aşamalı Adeziv Sistem	KURARAY MEDICAL INC. 1621 Sakazu, Kurashiki, Okayama 710-0801, Japonya	<u>PRIMER</u> : 10-(MDP), HEMA, Hidrofilik dimetakrilat, dl-kamferokinon, N,N-dietanol-p tolidin, Su <u>BOND</u> : 10-(MDP), Bis-GMA, HEMA, Hidrofobik dimetakrilat, dl-kamferokinon , N,N-dietanol-p-tolidin Silanlanmış koloidal silika	000059
Clearfil Universal Bond Tek Aşamalı Self Etch Adeziv Sistem	KURARAY NORITAKE Dental Inc. Sakazu, Kurashiki, Okayama Japonya	10-(MDP), HEMA, BisGMA Hidrofilik alifatik dimetakrilat, Koloidal silika, Silan, kamferokinon, etanol, su	5D0009

3.2 Çalışmanın Yöntemi

Çalışmamızda deney grubundaki örnekler iki farklı gruba ayrılmış, bir gruba diyet lazer destekli LaserWhite beyazlatma jeli, diğer gruba ise Opalescence Boost beyazlatma jeli uygulanmış ve her iki deney grubunda üç farklı adeziv sistem uygulamasını takiben kompozit restorasyonlar yapılarak bağlanma dayanımları değerlendirilmiştir. Beyazlatma uygulanmış iki farklı grup kendi içinde iki gruba ayrılarak, bir gruba hemen restorasyon yapılmış diğer grup ise beyazlatma işlemi sonrası yapay tükürük içerisine konarak etüvde bir hafta bekletildikten sonra restorasyonu yapılmıştır. Bu örneklerle makaslama testi uygulanmış ardından stereomikroskop ve SEM incelemesi yapılmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizinin yapılması işlemleri ile çalışma sonlandırılmıştır.

3.2.1 Doğal dişlerin toplanması

Bu *in vitro* çalışmada 18-40 yaşları arasında hastalardan çekilmiş olan 180 adet üst kesici diş kullanılmıştır. Çürük, restore edilmiş, çatlak ve kök gelişimlerini tamamlamamış dişler çalışmaya dahil edilmemiştir. Dişler çekildikten sonra üzerlerindeki çeşitli artıklardan temizlendikten sonra deney aşamasına kadar distile suda bekletilmiştir. Dişler çekimi takiben en fazla 3 ay içerisinde kullanılmıştır.

3.2.2 Diş yüzeylerinin hazırlanması

Dişlerin kök yüzeyleri mine sement birleşiminin 1mm altından klinikte su soğutması altında karbon separe ile kesilmiştir. Bu şekilde işlemin yapılacağı kron kısımları elde edilmiştir. Daha sonra kronlar labial yüzeyleri açıkta kalacak şekilde akrilik rezin kullanılarak 4 mm yüksekliğinde 16 mm çapındaki alüminyum yüzüklere yatay olarak gömülmüştür. Labial yüzeyler 400, 600 ve 1200 gritlik zımpara ile su altında düzgün ve standart yüzeyler oluşturmak amacıyla zımparalanmıştır. Örnekler daha sonra distile su ile yıkanmış ve zımparadan kalan artıklardan temizlenmiştir. Mine yüzeyleri çatlak veya hipoplastik kusurlar açısından stereomikroskopta incelendikten sonra dişler, her grup 10 diş içerecek şekilde rastgele 18 gruba ayrılmıştır.

3.2.3 Kontrol grubunun hazırlanması

Kontrol grubundaki 60 adet örnek 6 gruba ayrılmış, ilk üç gruba beyazlatma sonrası hemen restorasyon yapılmış diğer üç gruba ise beyazlatmadan bir hafta sonra restorasyon uygulanmıştır. Birinci ve dördüncü gruba iki aşamalı etch and rinse sistem Adper Single Bond 2 (SB 2), ikinci ve beşinci gruba iki aşamalı self etch olan Clearfil SE Bond (CSB), üçüncü ve altıncı gruba ise tek aşamalı self etch sistem Clearfil Universal Bond (CUB) adeziv sistemleri uygulanmıştır (Tablo 3.4). Bu dişlere herhangi bir beyazlatma işlemi uygulanmamıştır. Adeziv sistemler üretici firmanın talimatlarına göre uygulandıktan sonra 3 mm çapında 4 mm yüksekliğindeki plastik silindirik tüpler dişlerin bukkal yüzeylerine yerleştirilmiştir. Clearfil Majesty Esthetic anterior kompozit rezin uygulanarak restorasyon tamamlanmıştır. Kompozit rezin materyal çubuklar halinde uygulanmış ve makaslama testine kadar örnekler distile suda bekletilmiştir. Kontrol grubunda amaç; beyazlatma yapılmamış dişlere uygulanan adeziv sistemlerin bağlantı değerlerinin elde edilmesidir.

Tablo 3. 4: Kontrol Grubu

KONTROL GRUBU	
Beyazlatma uygulanmamış	
0. Gün	7. gün
Grup 1 (n=10) Adper Single Bond 2	Grup 4 (n=10) Adper Single Bond 2
Grup 2 (n=10) Clearfil SE Bond	Grup 5 (n=10) Clearfil SE Bond
Grup 3 (n=10) Clearfil Universal Bond	Grup 6 (n=10) Clearfil Universal Bond

3.2.4 Deney Grubunun Hazırlanması

3.2.4.1 Beyazlatma ajanlarının uygulanması

120 numuneden oluşan deney gruplarından Grup 7, 8, 9, 10, 11 ve 12'ye Opalescence Boost PF %40 beyazlatma jeli, grup 13, 14, 15, 16, 17 ve 18'e ise LaserWhite 20 beyazlatma jeli üretici firma talimatları doğrultusunda uygulanmıştır (Tablo 3.5). Opalescence Boost PF uygulanan gruplardaki numunelerin mine

yüzeylerine beyazlatma jeli 20 dakikada bir yenilenerek iki kez uygulanmıştır. Beyazlatma sırasında herhangi bir ışık kaynağı kullanılmamış kimyasal yolla aktive olan bir beyazlatma jeli olduğundan sadece reflektör ışığından yararlanılmıştır.

Tablo 3. 5: Deney Grubu

DENEY GRUBU			
OPALESCEENCE BOOST PF %40		LASERWHITE 20	
0. Gün	7. gün	0. Gün	7. Gün
Grup 7 (n=10) Adper Single Bond 2	Grup 10 (n=10) Adper Single Bond 2	Grup 13 (n=10) Adper Single Bond 2	Grup 16 (n=10) Adper Single Bond 2
Grup 8 (n=10) Clearfil SE Bond	Grup 11 (n=10) Clearfil SE Bond	Grup 14 (n=10) Clearfil SE Bond	Grup 17 (n=10) Clearfil SE Bond
Grup 9 (n=10) Clearfil Universal Bond	Grup 12 (n=10) Clearfil Universal Bond	Grup 15 (n=10) Clearfil Universal Bond	Grup 18 (n=10) Clearfil Universal Bond

LaserWhite 20 beyazlatma jeli uygulanan gruplardaki örneklerin mine yüzeylerine beyazlatma jeli uygulamasını takiben 940 nm dalga boyundaki diyet lazerin 7 W 30 sn olan beyazlatma modu kullanılarak lazerin beyazlatma ucu mine yüzeylerine en yakın mesafede tutularak jelin aktivasyonu 30 sn süresince sağlanmıştır. İlk uygulamayı takiben minimum 5 dakika beklenmiş, mine yüzeyleri yıkanıp kurutulduktan sonra ikinci kez jel uygulanmış ve tekrar diyet lazerin beyazlatma ucuyla 30 sn aktivasyon yapılarak beyazlatma süreci tamamlanmıştır.

3.2.4.2 Adeziv ajanların uygulanması

Adper Single Bond 2 gruplarındaki mine yüzeyleri %37'lik ortofosforik asit ile 30 sn asitlenmiş, su spreyi ile 10 sn süreyle yıkanmış ve hafif şiddette hava uygulanarak 5 sn kurutulmuştur. Etch and rinse sistem olan Adper Single Bond 2 yüzeye tek kullanımlık aplikatör ile uygulanmıştır. 5 sn hafif şiddette hava ile kurutularak parlak bir yüzey elde edilmiştir. Işık şiddeti 1500 mW/cm² (miliwatt/santimetrekare) ve dalga boyu 550 nm olan LedMax 550 ışık cihazı (Benlioğlu Dental, Ankara, Türkiye) ile 20 sn süre ile polimerize edilmiştir.

Clearfil SE Bond uygulanan gruptaki mine yüzeylerine primer tek kullanımlık aplikatör uygulanmış ve 5 sn hafif şiddette hava ile kurutulduktan sonra 20 sn bekletilmiştir. Daha sonra ayrı bir aplikatör kullanılarak bond mine yüzeylerine uygulanmış 5 sn hafif şiddette hava ile kurutularak LedMax 550 ışık cihazı (Benlioğlu Dental, Ankara, Türkiye) ile 10 sn polimerize edilmiştir.

Clearfil Universal Bond uygulanan grupta ise mine yüzeylerine bond tek kullanımlık aplikatör ile 10 sn boyunca uygulandıktan sonra 5sn hafif şiddette hava ile kurutulmuş ve LedMax 550 ışık cihazı (Benlioğlu Dental, Ankara, Türkiye) ile 10 sn polimerize edilmiştir.

Clearfil Majesty Esthetics A1 rengine kompozit rezin 3 mm çapında 4 mm yüksekliğindeki plastik silindirik tüpler kullanılarak incremental teknikle 20 sn ışık uygulanarak polimerize edilmiştir.

3.2.5 Yapay tükürük hazırlanması

Kontrol grubu ve beyazlatma ajanı uygulanmış gruptaki örneklerin yarısı 7 gün boyunca yapay tükürük solusyonunda 37°C etüvde bekletilmiştir. Yapay tükürük solusyonu insan tükürüğündeki elektrolitlere sahip, içeriği 1g (gram) karboksimetil selüloz, 4,3 g xylitol, 0,1 g potasyum klorid, 5 mg (miligram) kalsiyum klorid, 40 mg potasyum fosfat, 1 mg potasyum tiosiyanat ve 100 g distile deiyonize su kullanılarak ph 7'ye ayarlanmıştır. Yapay tükürük 7 gün boyunca her gün değiştirilmiştir. Yapay tükürükten çıkarılan örnekler hava su spreyiyle 30 sn boyunca yıkanmıştır.

3.2.6 Makaslama testinin uygulanması

Hazırlanan örnekler universal test cihazının tutucu kısmına yerleştirilmiştir. Kompozit rezin ve diş arasındaki bağlantı noktasına dik olarak gelecek kesici demir uç hazırlanıp, numuneler cihaza sabitlenmiştir. Makaslama testleri (Instron, LLOYD instruments LRX, UK) universal Test cihazında 1 mm/dk (milimetre/dakika) yaklaşma hızı ile uygulanmış ve test bilgisayar ekranında gerilim ve yüzde uzama grafiği olarak izlenmiştir. Ayrılma gerçekleştiğinde test otomatik olarak bilgisayar

tarafından durdurulup, sonuçlar MPa cinsinden bilgisayar tarafından hesaplanmıştır. Test cihazında elde edilen değerler bilgisayara kayıt edilmiştir.

3.2.7 Steromikroskop analizi

Makaslama testi uygulanan mine dokusu ve kompozit restorasyondaki kopma yüzeylerinin incelenmesi için stereomikroskopta x20 büyütmede görüntüler alınmıştır (Zeiss Stemi 2000-C, Almanya). Kopma tipleri; Tip 1: Adeziv kopma, Tip 2: Koheziv kopma, Tip 3: Miks (her iki kopmanın da birlikte görüldüğü) kopma olarak kaydedilmiştir.

3.2.8 SEM Analizi

Makaslama testi uygulanan örnekler için mine dokusu kompozit arasındaki kopma yüzeylerinin incelenmesi için, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Karadeniz İleri Teknik Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan SEM cihazıyla (Şekil 3.21) mine örneklerinin yüzey analizi ve görüntüsü elde edilmiştir. Tüm örnekler havasız bir ortamda vakum cihazı (Quorum SC7620, Quorum Technologies Ltd, İngiltere) ile 200 Å (Angstrom) kalınlığında 20 mA akım şiddetinde, örneklerin üzerine altının püskürtülmesiyle oluşan ince bir filmle kaplandı ve SEM (Jeol JSM-7001F, Japonya) ile büyütme altında görüntüler elde edildi. Çeşitli büyütmelerde kopma yüzeylerine ait görüntüler alınmış, farklı işlemler uygulanmış mine ve kompozit yüzeyleri incelenmiştir.

3.2.9 İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analiz sonucunda veriler ortalama ve standart sapma ile sunulmuştur. İki faktörün ölçümler üzerine etkisini değerlendirmek için İki Yönlü varyans analizi kullanılmıştır. İki faktörün 0. ve 7. Gün ölçümler üzerine etkisini belirlemek için Tekrarlı Ölçümlerde Üç Yönlü Varyans analizi ve çoklu karşılaştırma için Bonferroni düzeltmesi kullanılmıştır. p değerleri 0.05'in altında hesaplandığında istatistiksel olarak önemli kabul edilmiştir. Hesaplamalar hazır istatistik yazılım ile yapılmıştır (IBM SPSS Statistics 19, SPSS inc. an IBM Co. Somers, NY).

4. BULGULAR

Çalışmamızda, iki farklı beyazlatma ajanı kullanılarak beyazlatma yapılan örneklerle, beyazlatma sonrası 0. gün ve örneklerin 1 hafta yapay tükürükte bekletme işlemi sonrası (7.gün) Adper Single Bond 2, Clearfil SE Bond ve Clearfil Universal Bond uygulanarak yapılan kompozit restorasyonların makaslama bağlanma dayanımı testi sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

4.1 Makaslama testi bulguları

Elde edilen makaslama bağlanma dayanımı sonuçlarına göre en düşük değer Opalescence Boost beyazlatma jeli ile beyazlatma sonrası 0. gün Clearfil Universal tek aşamalı bağlayıcı ajanın kullanıldığı örneklerle, en yüksek değer ise, kontrol grubu örneklerinde beyazlatma işlemi uygulanmadan Adper Single Bond 2 bağlayıcı ajanın kullanıldığı örneklerle aittir. Deney grubuna ait en yüksek değer, diyet lazer ile beyazlatma yapıldıktan sonra 7. günü takiben Adper Single Bond 2 bağlayıcı ajanın kullanıldığı örneklerle aittir. Tüm grupların mineye bağlanma dayanıklılığı kuvvetlerinin ortalamaları (MPa) ve $\pm$ standart sapma değerleri tablo 4.1-3' te gösterilmiştir.

Tablo 4. 1: Beyazlatma metodlarına göre 0. gün dayanım ölçümlerinin dağılımı

Beyazlatma Metodları	Adeziv Sistem	Ort $\pm$ SS
Kontrol	Adper Single Bond 2	19,14 $\pm$ 1,71(A,X)
	Clearfil SE Bond	16,67 $\pm$ 2,09(B,X)
	Clearfil Universal	10,49 $\pm$ 1,14(C,X)
Diyot Lazer	Adper Single Bond 2	8,00 $\pm$ 1,27(A,Y)
	Clearfil SE Bond	6,76 $\pm$ 1,38(A,Y)
	Clearfil Universal	6,86 $\pm$ 0,84(A,Y)
Opalescence Boost	Adper Single Bond 2	8,33 $\pm$ 0,51(A,Y)
	Clearfil SE Bond	5,73 $\pm$ 0,93(B,Y)
	Clearfil Universal	4,60 $\pm$ 0,72(C,Z)

İki yönlü varyans analizi (etken1:beyazlatma metotları, etken2: adeziv sistem)

(ABC): Herhangi bir beyazlatma yöntemi içerisinde kullanılan adeziv sisteme göre farklı harfler istatistiksel anlamlılığı göstermektedir.

(XYZ): Kullanılan adeziv sisteminde beyazlatma metodlarına göre farklı harfler istatistiksel anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 4. 2: Beyazlatma metodlarına göre 7. gün dayanım ölçümlerinin dağılımı

Beyazlatma Metodları	Adeziv Sistem	Ort± SS
Kontrol	Adper Single Bond 2	19,24±2,18 (A,Y)
	Clearfil SE Bond	16,52±2,38 (B,Y)
	Clearfil Universal	10,84±1,66 (C,Y)
Diyot Lazer	Adper Single Bond 2	14,93±2,56(A,X)
	Clearfil SE Bond	14,26±2,02(A,X)
	Clearfil Universal	7,93±0,92(B,X)
Opalescence Boost	Adper Single Bond 2	14,05±1,77(A,X)
	Clearfil SE Bond	12,7±1,46(A,X)
	Clearfil Universal	7,38±0,91(B,X)

İki yönlü varyans analizi (etken1:beyazlatma metotları, etken2: adeziv sistem)

(AB): Herhangi bir beyazlatma yöntemi içerisinde kullanılan adeziv sisteme göre farklı harfler istatistiksel anlamlılığı göstermektedir.

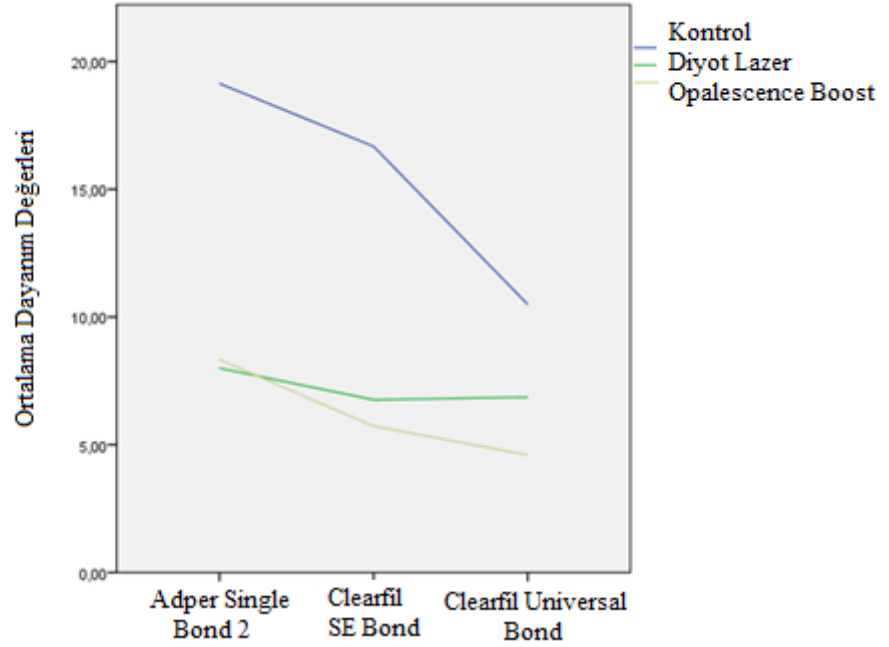
(XY): Kullanılan adeziv sisteminde beyazlatma metodlarına göre farklı harfler istatistiksel anlamlılığı göstermektedir.

4.1.1 Kullanılan beyazlatma metodlarına göre bağlanma dayanıklılığı bulguları

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda beyazlatma uygulanmayan kontrol grubundaki örneklerin bağlanma dayanıklılığı kuvvetleri ile Opalescence Boost ve diyet lazer ile beyazlatma uygulanan gruplardaki örneklerin bağlanma dayanıklılığı kuvvetleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek bağlanma dayanıklılığı kuvvetleri herhangi bir beyazlatma işlemi uygulanmayan kontrol grubundaki örneklere aittir (Tablo 4. 1).

Beyazlatma işlemini takiben 0. gün restorasyon yapılan grupların bağlanma dayanıklılığı bulguları

Diyot lazer ile beyazlatma sonrası SB 2 ve CSB adeziv sistemlerinin uygulandığı örneklerin bağlanma dayanıklılığı kuvvetleri ile Opalescence Boost ile beyazlatma sonrası SB 2 ve CSB adeziv sistemlerinin uygulandığı örneklerin bağlanma dayanıklılığı kuvvetleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. CUB adeziv sistem uygulanan örneklerin bağlanma dayanımı kuvvetleri ise diyet lazer uygulanan grupta Opalescence Boost uygulanan grup ile kıyaslandığında daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4. 1).

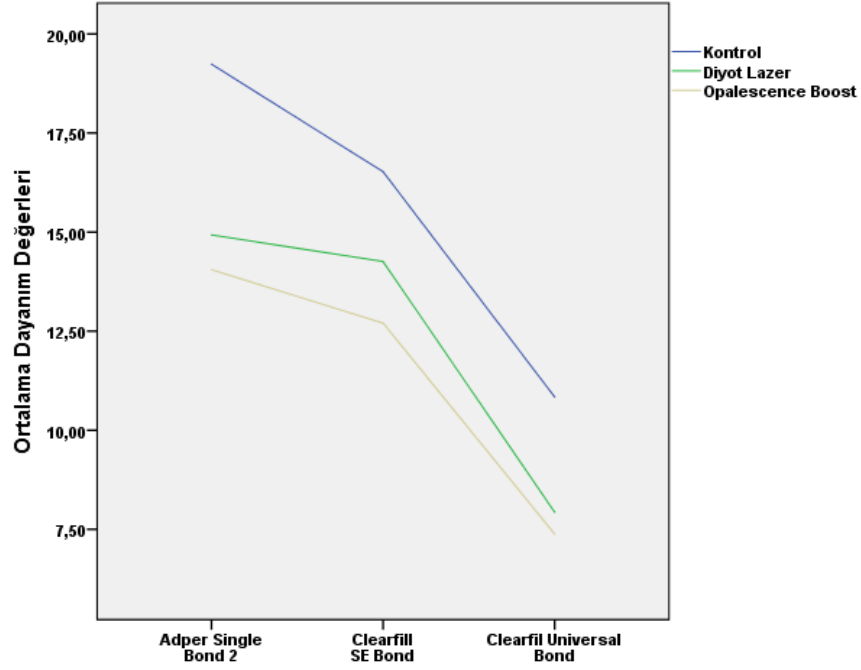


Şekil 4. 1: Kullanılan beyazlatma metodlarına ilişkin dayanım ölçüm değişimi (0. gün)

Beyazlatma işlemini takiben 7. gün restorasyon yapılan grupların bağlanma dayanıklılığı bulguları

Diyot lazer ile beyazlatma sonrası uygulanan SB 2, CSB ve CUB adeziv sistemlerinin uygulandığı örnekler, Opalescence Boost ile beyazlatma sonrası uygulanan SB 2, CSB ve CUB adeziv sistemlerinin uygulandığı örneklerle kıyaslandığında her iki beyazlatma sisteminde de aynı adeziv grubunda bağlanma

dayanımı kuvvetleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür (Tablo 4.2), (Şekil 4.2)



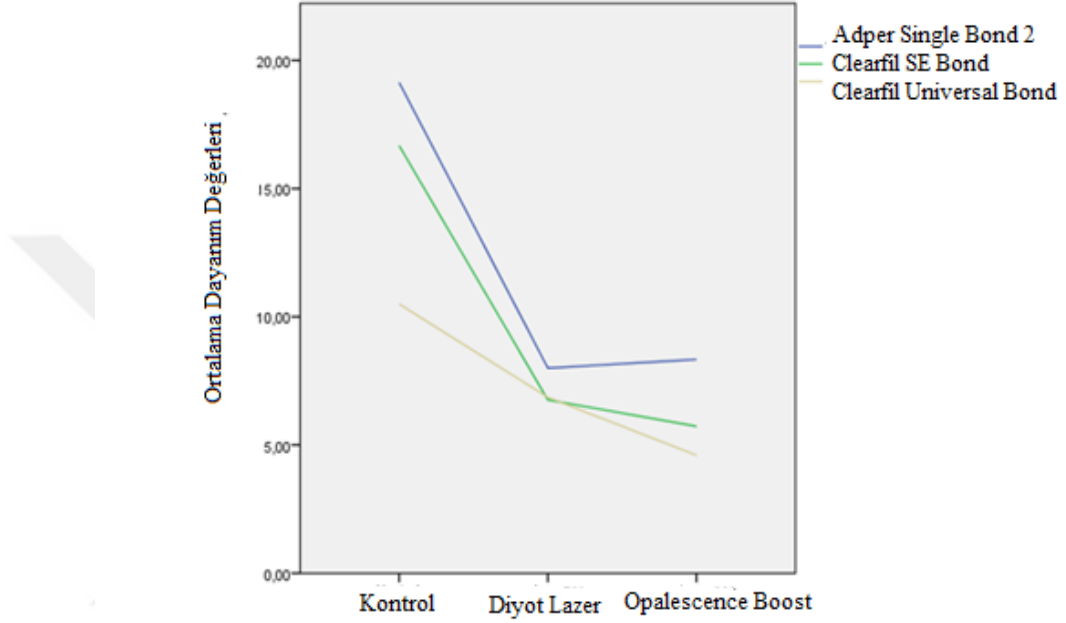
Şekil 4. 2: Kullanılan beyazlatma metodlarına ilişkin dayanım ölçüm değişimi (7. gün)

4.1.2 Kullanılan Adeziv Sisteme Göre Bağlanma Dayanıklılığı Bulguları

Kontrol grubu kendi içinde değerlendirildiğinde SB 2 adeziv sistem uygulanan örneklerdeki bağlanma dayanıklılığı kuvvetleri CSB ve CUB adeziv sistemlerin uygulandığı örneklerle kıyaslandığında daha yüksek bulunmuştur. En düşük bağlanma dayanımı kuvvetleri CUB uygulanan örneklerle aittir (Tablo 4. 1)

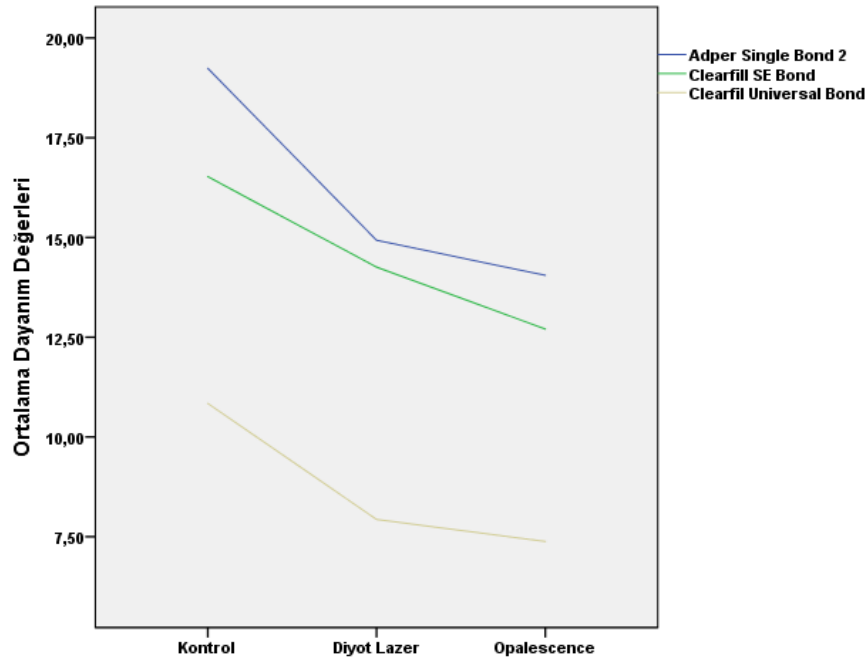
Diyot lazer ile beyazlatma yapılan grup kendi içinde değerlendirildiğinde beyazlatma sonrası 0. gün restorasyon yapılan grupta üç farklı adeziv sistemin de bağlanma dayanıklılığı kuvvetleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Beyazlatmayı takiben 7. gün restorasyonu yapılan grupta ise SB 2 ve CSB uygulanan örneklerde en yüksek bağlanma dayanımı kuvveti gözlenirken CUB uygulanan örneklerde ise bağlanma dayanımı kuvvetleri daha düşük ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Opalescence Boost ile beyazlatma yapılan grup kendi içinde değerlendirildiğinde beyazlatma sonrası 0. gün restorasyon yapılan grupta üç farklı adeziv sistemin de bağlanma dayanıklılığı kuvvetleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir. (Şekil 4.3)



Şekil 4. 3: Kullanılan adeziv sisitemlere ilişkin dayanım ölçüm değişimi (0.gün)

En yüksek bağlanma dayanımı kuvveti SB 2 adeziv sistemin uygulandığı grupta gözlenirken en düşük bağlanma dayanımı kuvveti CUB adeziv sistemin uygulandığı örnekler aittir. Beyazlatmayı takiben 7. gün restorasyonu yapılan grupta ise SB 2 ve CSB uygulanan örneklerde en yüksek bağlanma dayanımı kuvveti gözlenmiş fakat aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. CUB uygulanan örneklerde ise bağlanma dayanımı kuvvetleri daha düşük ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 4. 3).



Şekil 4. 4: Kullanılan adeziv sistemlere ilişkin dayanım ölçüm değişimi (7.gün)

SB 2 uygulanan gruplarda, en yüksek bağlanma dayanımı kuvvetleri kontrol grubunda ve ikinci olarak beyazlatmayı takiben 1 hafta yapay tükürükte beklettiğimiz gruplarda gözlenmiştir. Kullanılan beyazlatma ajanı dikkate alındığında SB 2 uygulanan gruplarda diyet lazer ve Opalescence Boost beyazlatma sistemleri arasında bağlanma dayanımı kuvvetleri açısından istatistiksel bir fark gözlenmemiştir.

CSB uygulanan gruplarda, en yüksek bağlanma dayanımı kuvvetleri kontrol grubunda ve ikinci olarak beyazlatmayı takiben 1 hafta yapay tükürükte beklettiğimiz gruplarda gözlenmiştir. Diyet lazerle yapılan beyazlatma sonrasında CSB uygulanan örneklerin bağlanma dayanımı kuvvetleri, Opalescence Boost beyazlatma jeli uygulanan örneklerin bağlanma dayanımı kuvvetlerine kıyasla daha yüksek değerlerde olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

CUB tek aşamalı adeziv uygulanan gruplarda, en yüksek bağlanma dayanımı kuvvetleri beyazlatmayı takiben 7 gün yapay tükürükte beklettiğimiz gruplarda

gözlenmiştir. Diyet lazerle yapılan beyazlatmayı takiben 0. gün CUB adeziv sistemin uygulandığı gruplarda bağlanma dayanımı kuvvetleri, Opalescence Boost ile beyazlatma yapılmış ve 0.gün CUB uygulanmış örneklerin bağlanma dayanımı kuvvetleriyle kıyaslandığında daha yüksek ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 4. 3).

Tablo 4. 3: Kullanılan adeziv sistemlere göre dayanım ölçümlerinin dağılımı

Adeziv sistem	Beyazlatma metodları	0.Gün	7.Gün
		Ort±SS	Ort±SS
Adper Single Bond 2	Kontrol	19,14±1,71 (B,X, α)	19,24±2,18 (B,X, α)
	Diyot Lazer	8±1,27 (A,X, α)	14,93±2,56 (A,X, β)
	Opalescence	8,33±0,51 (A,X, α)	14,05±1,77 (A,X, β)
Clearfil SE Bond	Kontrol	16,67±2,09 (B,Y, α)	16,52±2,38 (B,Y, α)
	Diyot Lazer	6,76±1,38 (A,X, α)	14,26±2,02 (A,X, β)
	Opalescence	5,73±0,93 (A,Y, α)	12,7±1,46 (A,X, β)
Clearfil Universal	Kontrol	10,49±1,14 (C,Z, α)	10,84±1,66 (B,Z, α)
	Diyot Lazer	6,86±0,84 (A,X, α)	7,93±0,92 (A, Y, β)
	Opalescence	4,6±0,72 (B,Y, α)	7,38±0,91 (A,Y, β)

Üç yönlü varyans analizi (etken1:beyazlatma metodları, etken2: adeziv sistem, etken3: zaman)

(AB): Beyazlatma yapılan gruplarda kullanılan aynı adeziv sistem içerisinde farklı harfler istatistiksel anlamlılığı göstermektedir.

(XYZ): Beyazlatma metodları içerisinde kullanılan adeziv sisteme göre farklı harfler istatistiksel anlamlılığı göstermektedir.

(α , β): Bekleme süresine göre satır olarak farklı harfler istatistiksel anlamlılığı göstermektedir.

4.1.3 Beyazlatma sonrası bekleme süresine göre bağlanma dayanıklılığı bulguları

Diyot lazer ve Opalescence Boost beyazlatma jeli uygulanan grupların her ikisinde de beyazlatma sonrası 7 gün yapay tükürükte beklemiş olan örneklerin bağlanma dayanımı kuvvetleri, beyazlatmanın sonrası 0. gün adeziv uygulanmış örneklerin bağlanma dayanımı kuvvetleri ile kıyaslandığında anlamlı olarak yüksek bulunmuştur (Şekil 4. 1, 4. 2).

SB 2, CSB ve CUB kendi aralarında kıyaslandığında her üç adeziv sistemin de bağlanma dayanımı kuvvetleri beyazlatma sonrası 7 gün yapay tükürükte

bekletilen gruplarda, beyazlatma sonrası 0. gün restorasyon yapılan gruplarla kıyaslandığında anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (Tablo 4.3).

4.2 Stereomikroskop Bulguları

Makaslama testleri sonrasında 180 adet diş stereomikroskopta incelenerek kompozit restorasyon ve diş dokusu arasındaki kopma şekilleri adeziv kopma, koheziv kopma ve miks kopma olarak sınıflandırılmıştır. Başarısızlık; mine ile restoratif materyal arasında ise adeziv başarısızlık, minede ya da restoratif materyalin kendi içinde ise koheziv başarısızlık, hem koheziv hem de adeziv başarısızlık tipleri aynı anda gözlemekte ise miks başarısızlık olarak sınıflandırılmıştır. Stereomikroskop görüntüleri değerlendirildiğinde en çok adeziv ve miks başarısızlık gözlenirken koheziv tip başarısızlığa rastlanmamıştır. Kopmanın, tamamen adeziv ile mine arasında gerçekleştiği adeziv başarısızlık, bağlanmanın zayıf olduğunu göstermektedir. Karma tip başarısızlık, adeziv materyalin kendi içinde görülen kopma biçimidir ve adeziv materyal mine dokusuna bağlı kalmıştır. Bu örneklerin iyi bir bağlanma gösterdiği söylenebilir.

Stereomikroskop incelemesi sonrası örneklerde hangi tip başarısızlıkların görüldüğü Tablo (4.4-6)'da, mikroskop görüntüleri ise Şekil (4.5-9)'da gösterilmiştir.

Tablo 4. 4: : Kontrol grubuna ait başarısızlık dağılımı

KONTROL 0.GÜN			
	ADEZİV	KOHEZİV	MİKS
Adper Single Bond 2		-	10
Clearfil SE Bond	3	-	7
Clearfil Universal Bond	6	-	4
KONTROL 7.GÜN			
	ADEZİV	KOHEZİV	MİKS
Adper Single Bond 2	1	-	9
Clearfil SE Bond	2	-	8
Clearfil Universal Bond	7	-	3

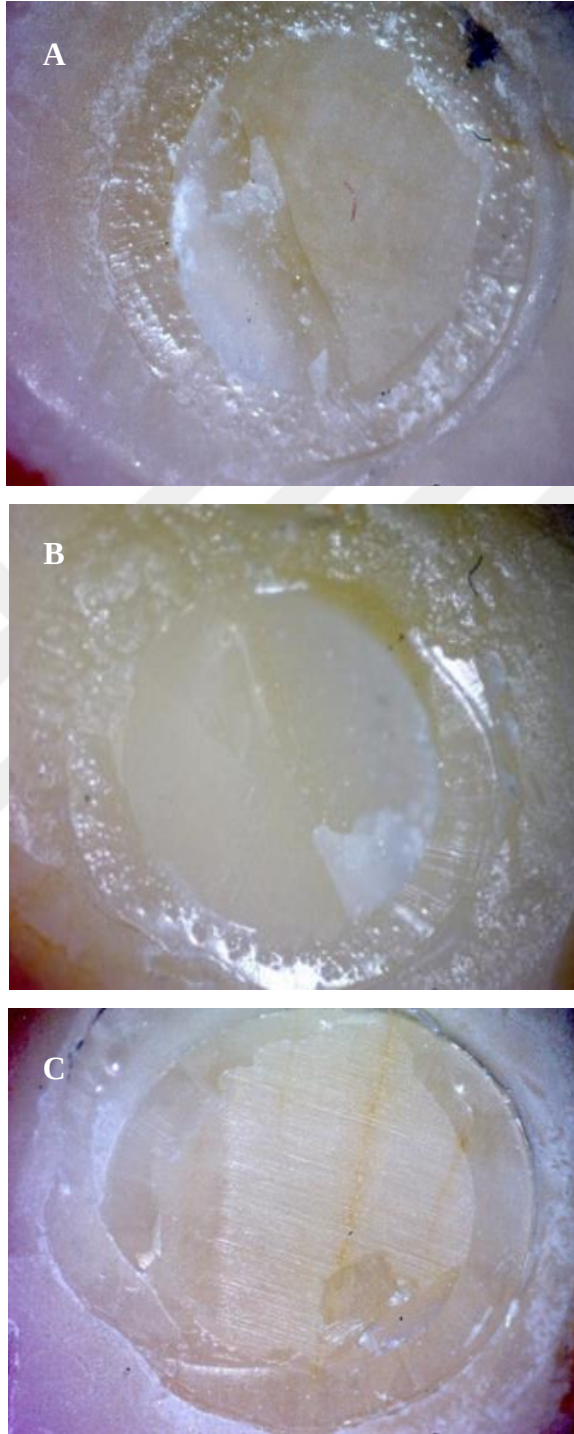
Tablo 4. 5: Diyet lazer grubuna ait başarısızlık dağılımı

DİYOT LAZER 0. GÜN			
	ADEZİV	KOHEZİV	MİKS
Adper Single Bond 2	3	-	7
Clearfil SE Bond	3	-	7
Clearfil Universal Bond	6	-	4
DİYOT LAZER 7. GÜN			
	ADEZİV	KOHEZİV	MİKS
Adper Single Bond 2	1	-	9
Clearfil SE Bond	2	-	8
Clearfil Universal Bond	5	-	5

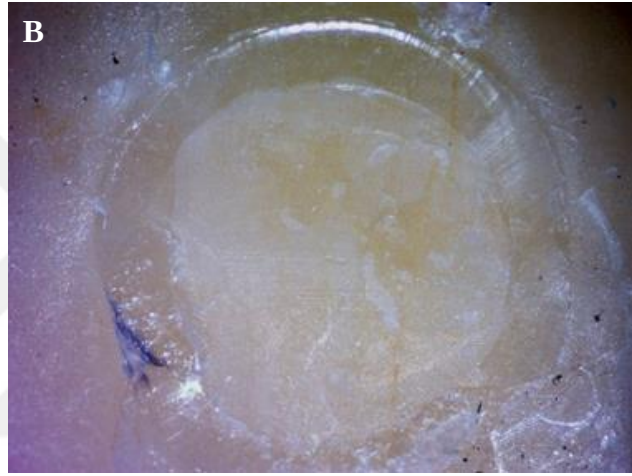
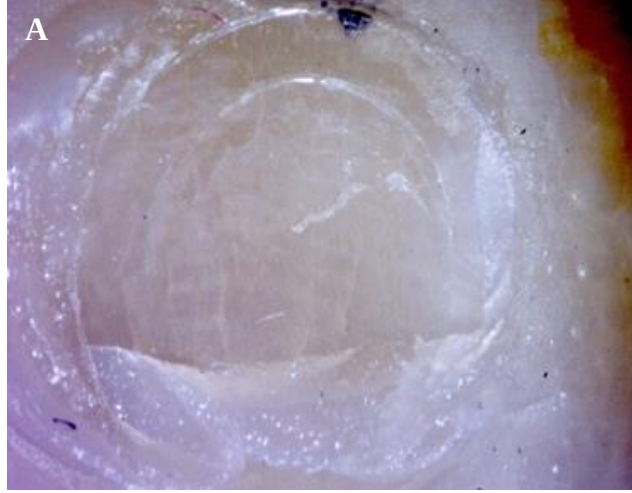
Tablo 4. 6: Opalescence Boost grubuna ait başarısızlık dağılımı

OPALESCECE 0. GÜN			
	ADEZİV	KOHEZİV	MİKS
Adper Single Bond 2	5	-	5
Clearfil SE Bond	6	-	4
Clearfil Universal Bond	8	-	2
OPALESCECE 7. GÜN			
	ADEZİV	KOHEZİV	MİKS
Adper Single Bond 2	2	-	8
Clearfil SE Bond	3	-	7
Clearfil Universal Bond	6	-	4

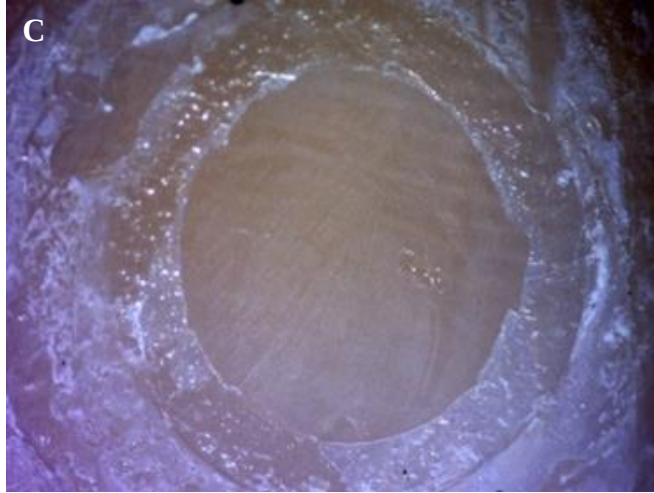
STEREOMİKROSKOP GÖRÜNTÜLERİ



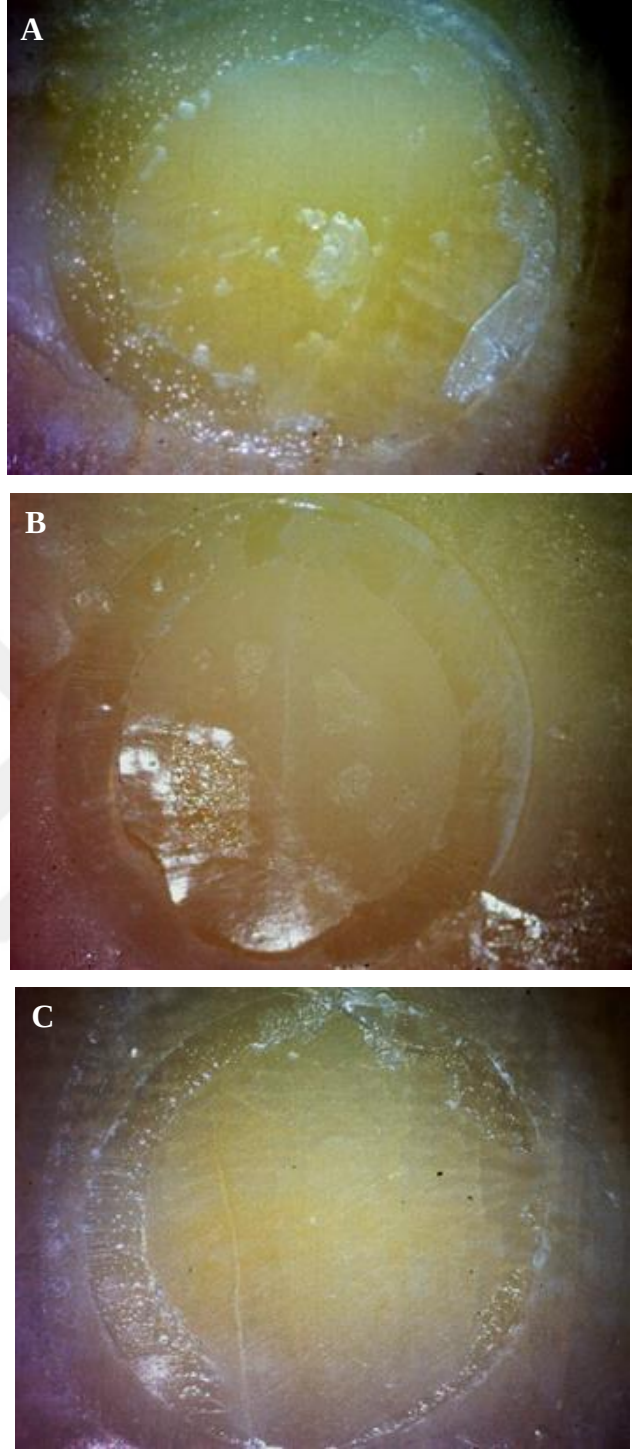
Şekil 4. 5: Kontrol Grubu stereomikroskop görüntüleri A) Adper Single bond 2 uygulanmış minede miks başarısızlık, B) Celarfil SE bond uygulanmış minede miks ve C) Celarfil Universal bond uygulanmış minede adeziv başarısızlık.



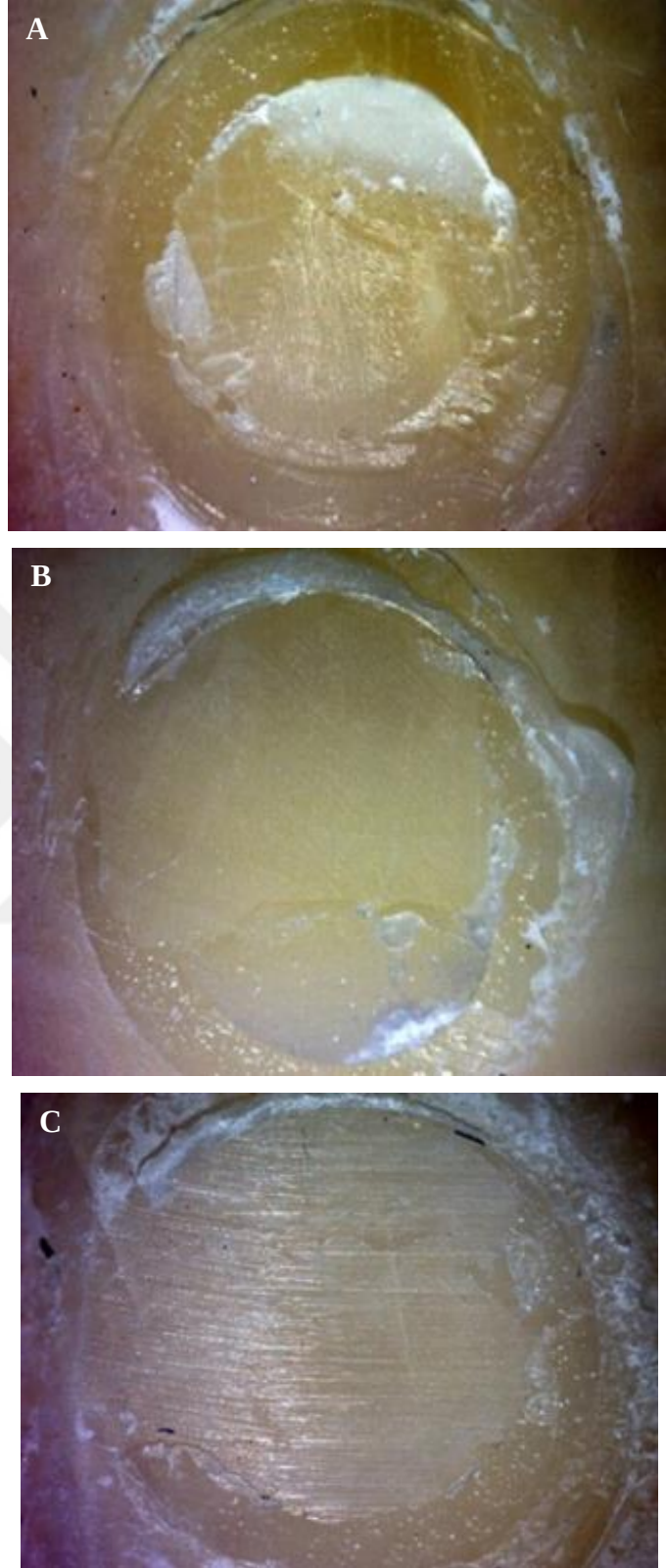
Şekil 4. 6: Diyet lazer uygulanmış grupta beyazlatma sonrası 0. gün restorasyon yapılan örnekler. A) Adper Single bond 2 uygulanan örnekte miks başarısızlık. B) Clearfil SE Bond ve C) Clearfil Universal bond uygulanan grupta adeziv başarısızlık



Şekil 4. 7: Diyet lazer uygulanmış grupta beyazlatma sonrası 7. gün restorasyon yapılan örnekler. A) Adper Single bond 2 ve B) Clearfil SE bond uygulanan örnekte miks başarısızlık. C) Clearfil Universal bond uygulanan grupta adeziv başarısızlık.



Şekil 4. 8: Opalescence Boost uygulanmış grupta beyazlatma sonrası 0. gün restorasyon yapılan örneklerdeki adeziv başarısızlık.



Şekil 4. 9: Opalescence Boost uygulanmış grupta beyazlatma sonrası 7.gün restorasyon yapılan örnekler. A) Adper Single bond 2 ve B) Clearfil SE bond uygulanan örnekte miks başarısızlık. C) Clearfil Universal bond uygulanan grupta adeziv başarısızlık.

4.3 SEM Analizi

Her gruptan seçilen ikişer örneğin mine dokusu ile uygulanan adeziv arasındaki bağlantı yüzeyi ve beyazlatma uygulanmış minenin yüzey görüntüleri farklı büyütme ölçeklerinde (x1500, x2000 ve x8000) SEM görüntüleri alınarak incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

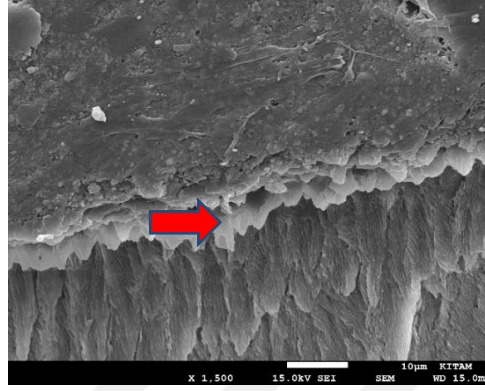
SEM görüntülerine baktığımızda kullanılan adeziv ajan ve uygulanan beyazlatma prosedürlerine bağlı olarak mine adeziv yüzey bağlantılarının değişkenlik gösterdiğini görmekteyiz. İyi bir bağlantının sağlanabilmesi için mikromekanik tutuculuğu sağlayan rezin tagların formasyonları ve ara yüzey bağlantısının devamlılığı incelenmiştir. Buna göre, en iyi bağlantıya SB 2 uygulanan gruplarda, en zayıf bağlanmaya ise CUB tek aşamalı adeziv sistemin uygulandığı gruplarda rastlanmıştır.

Beyazlatma sonrası 0. gün restorasyonları yapılan örneklerin ara yüzeylerine baktığımızda mine ile adeziv arasında belirgin bir boşluk olduğu gözlenmiştir ve rezin tag oluşumuna rastlanmamıştır. Beyazlatmadan 7 gün sonra adezivlerin uygulandığı örneklerde ise kesikli aralık oluşumları ve kısa rezin taglar görülürken iyi bir bağlanma için kabul edilebilir görüntüler elde edilmiştir.

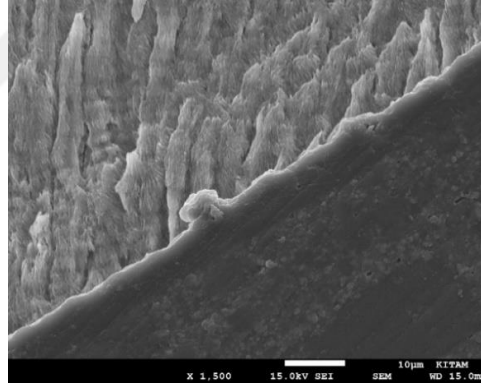
Beyazlatma sonrası 0. günde mineye restorasyon yaptığımız gruplarda diyet lazer ile Oplaescence Boost uygulamalarını karşılaştırdığımızda elde ettiğimiz sayısal verilere paralel olarak diyet lazer uygulanan örneklerin bağlanma görüntülerinin daha iyi olduğu söylenebilir. Kontrol grubuna ait örneklerin SEM görüntüleri şekil 4. 10-12, Opalescence Boost ile beyazlatma sonrası 0. gün restorasyon yapılan gruplara ait SEM görüntüleri şekil 4. 13-15, Opalescence Boost ile beyazlatma sonrası 7. gün restorasyon yapılan gruplara ait SEM görüntüleri şekil 4. 19-21, diyet lazer ile beyazlatma sonrası 0. gün restorasyon yapılan gruplara ait SEM görüntüleri şekil 4. 16-18, diyet lazer ile beyazlatma sonrası 7. gün restorasyon yapılan gruplara ait SEM görüntüleri şekil 4. 22-24, beyazlatma öncesi ve sonrası mine yüzey görüntüleri ise şekil 4. 25-28’ de gösterilmiştir.

SEM GÖRÜNTÜLERİ

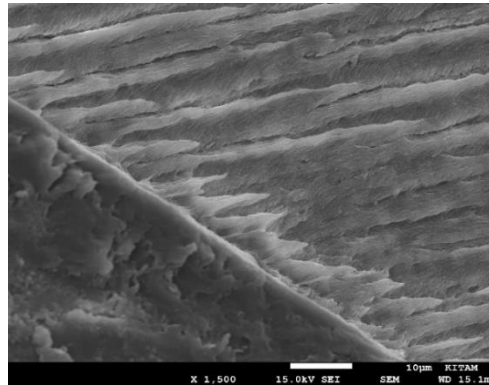
Kontrol grubuna ait SEM görüntüleri



Şekil 4. 10: Kontrol grubunda Adper Single bond 2 ile mine bağlanma yüzeyinin SEM görüntüsü. (x1500) Boşluğun olmadığı iyi arayüz adaptasyonu ve rezin tag formasyonu görülmüştür.

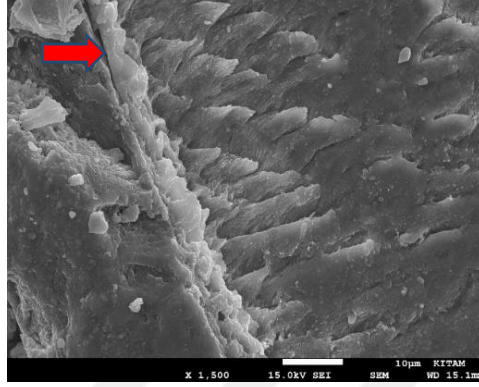


Şekil 4. 11: Clearfil SE bond ile mine bağlanma yüzeyinin SEM görüntüsü. (x1500) Kısa rezin tag formasyonuna rağmen devamlı bir ara yüzey bağlantısı gözlenmiştir.

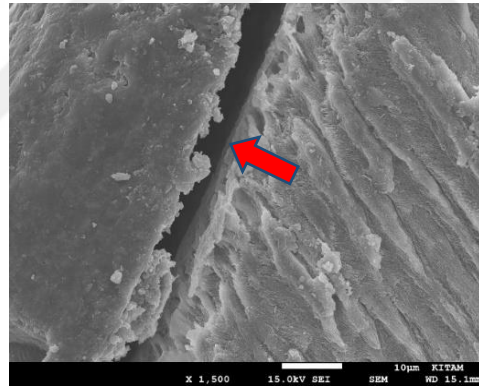


Şekil 4. 12: Clearfil Universal ile mine bağlanma yüzeyinin SEM görüntüsü. (x1500) Mine adeziv arayüzeyinde boşluk gözlenmemiştir.

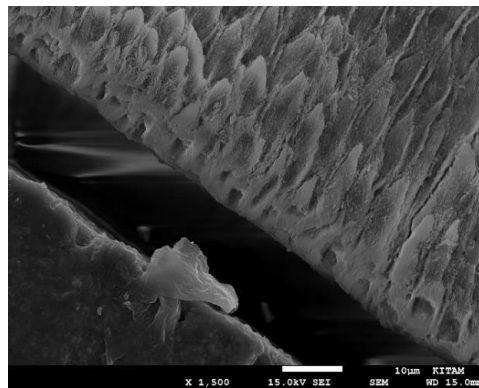
**Opalescence ile Beyazlatma Sonrası 0. Gün Restorasyon Yapılan Gruplara Ait
SEM Görüntüleri**



Şekil 4. 13: Adper Single Bond 2 uygulanmış mine adeziv bağlantısı (x1500) Kısa rezin tag ve arayüzeyde boşluk oluşumu gözlenmektedir.

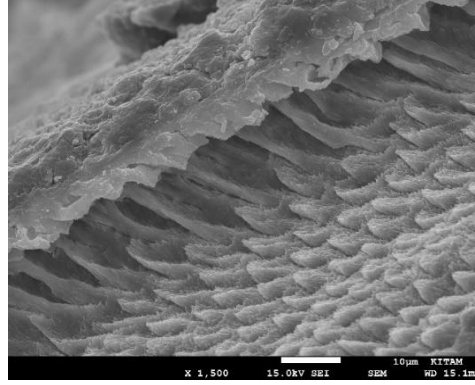


Şekil 4. 14: Clearfil SE Bond uygulanmış mine adeziv bağlantısı (x1500) Arayüz boyunca boşluk oluşumu gözlenmektedir.

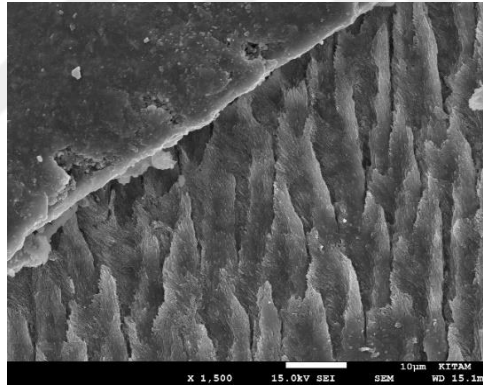


Şekil 4. 15: Clearfil Universal bond uygulanmış mine adeziv bağlantısı (x1500) Arayüz boyunca boşluk oluşumu gözlenmektedir.

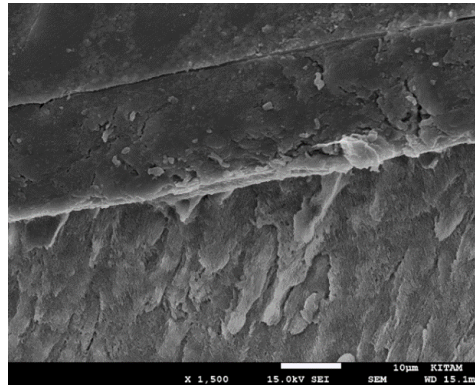
**Diyot Lazer ile Beyazlatma Sonrası 0. Gün Restorasyon Yapılan Gruplara Ait
SEM Görüntüleri**



Şekil 4. 16: Adper Single Bond 2 ile mine bağlanma yüzeyinin SEM görüntüsü.(x1500) Resin taglar izlenmektedir.

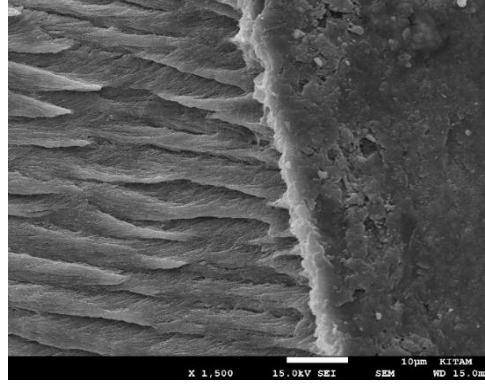


Şekil 4. 17: Clearfil SE bond ile mine bağlanma yüzeyinin SEM görüntüsü.(x1500)

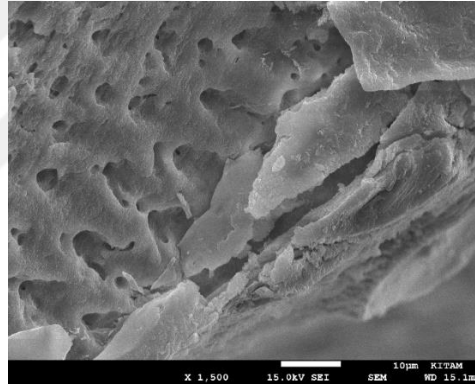


Şekil 4. 18: Clearfil Universal bond uygulanmış mine adeziv bağlantısı (x1500)

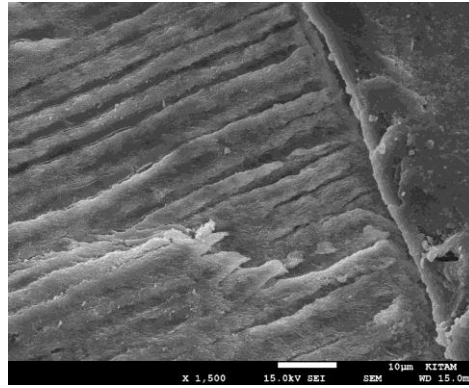
**Opalescence ile Beyazlatma Sonrası 7.Gün Restorasyon Yapılan Gruplara Ait
SEM Görüntüleri**



Şekil 4. 19: Adper Single bond 2 ile mine bağlanma yüzeyinin SEM görüntüsü. (x1500)

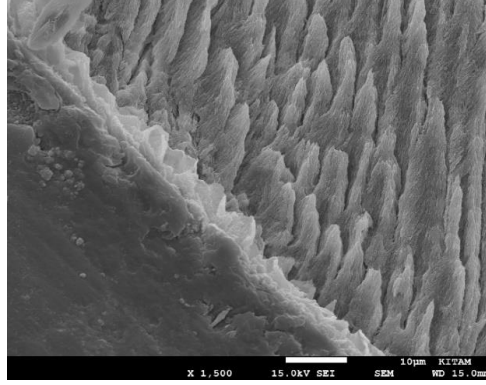


Şekil 4. 20: Clearfil SE bond ile mine bağlanma yüzeyinin SEM görüntüsü (x1500).

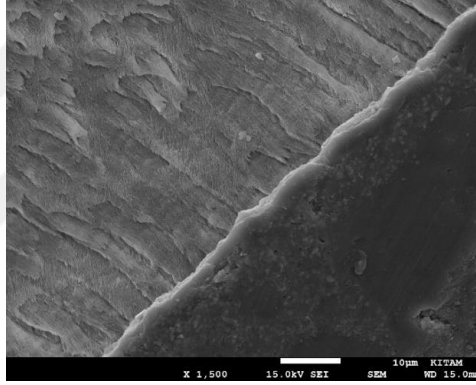


Şekil 4. 21: Clearfil Universal bond uygulanmış mine adeziv bağlantısı (x1500)

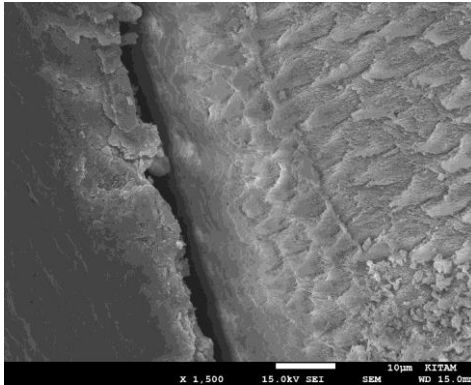
**Diyot Lazer ile Beyazlatma Sonrası 7. Gün Restorasyon Yapılan Gruplara Ait
SEM Görüntüleri**



Şekil 4. 22: Adper Single bond 2 ile mine bağlanma yüzeyinin SEM görüntüsü. (x1500)

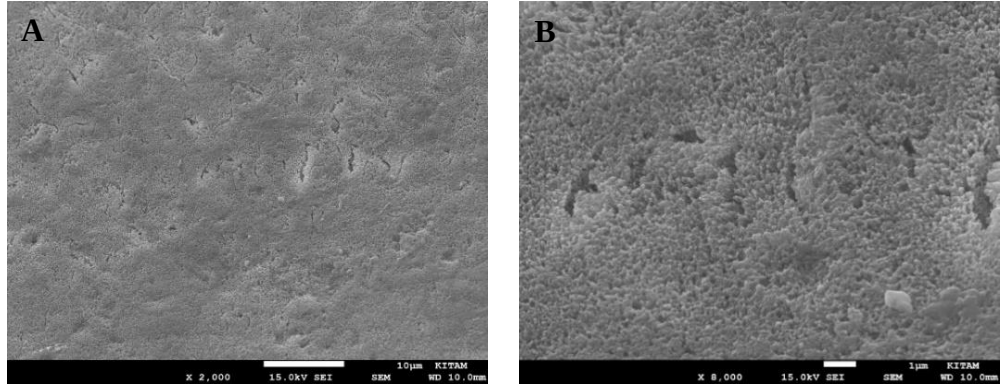


Şekil 4. 23: Clearfil SE bond ile mine bağlanma yüzeyinin SEM görüntüsü. (x1500)

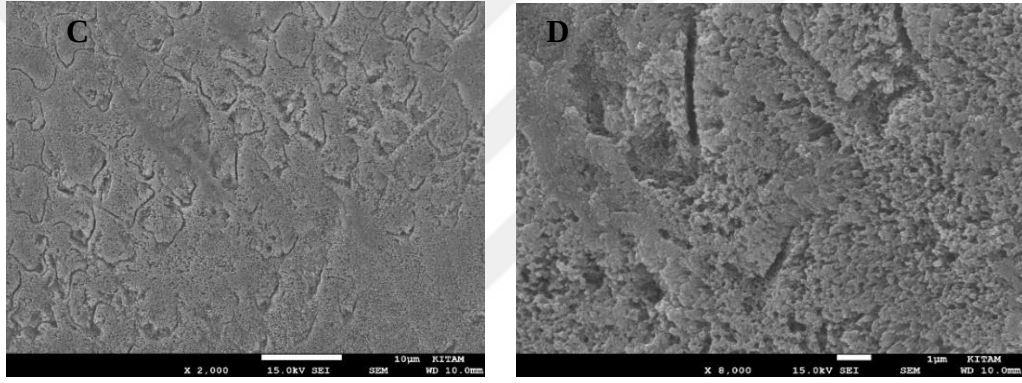


Şekil 4. 24: Clearfil Universal bond uygulanmış mine adeziv bağlantısı (x1500)

Diyot Lazer Uygulanan Grubun Mine Yüzey Görüntüleri

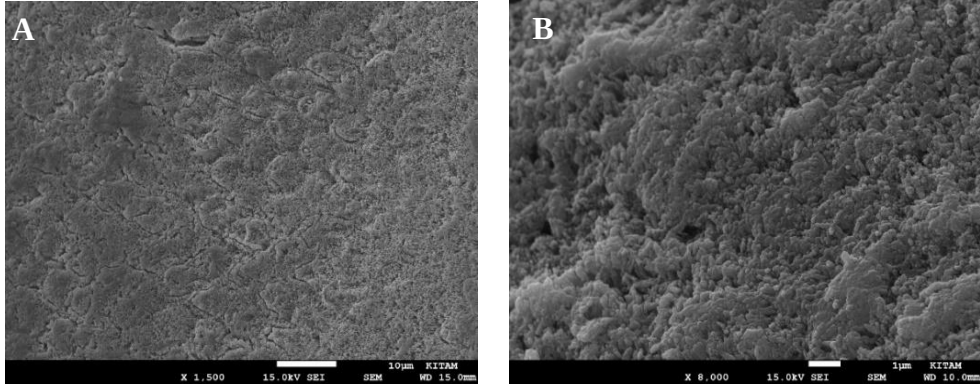


Şekil 4. 25: Beyazlatma uygulanmamış mine yüzeyi görüntüsü A) x2000 büyütme B) x8000 büyütme

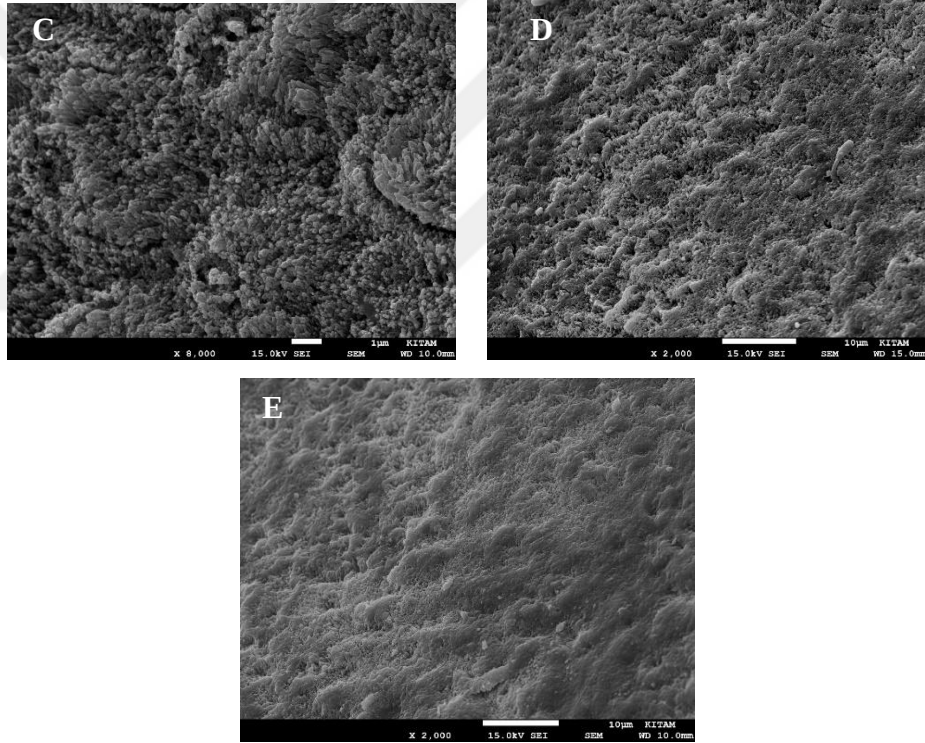


Şekil 4. 26: Diyet lazer ile beyazlatma uygulanmış mine yüzeyi görüntüsü C) x2000 büyütme D) x8000 büyütme

Opalescence Boost Uygulanan Grubun Mine Yüzey Görüntüleri



Şekil 4. 27: Beyazlatma uygulanmamış mine yüzeyi görüntüsü A) x2000 büyütme B) x8000 büyütme



Şekil 4. 28: Opalescence Boost ile beyazlatma uygulanmış mine yüzeyi görüntüsü C) x8000 büyütme D) x2000 büyütme E) x2000 büyütme

5. TARTIŞMA

Toplumun dişlerin beyazlatılmasını da içine alan estetik dişhekimliği konusundaki talebi son yıllarda artmıştır. Bu nedenle, klinisyenler günlük klinik uygulamada diş beyazlatma işleminin önemini farkındadırlar. Günümüzde, diş hekimi kontrolünde uygulanan ev tipi ve ofis tip olmak üzere iki tür beyazlatma yöntemi bulunmaktadır. Evde beyazlatma vital dişlerde en sık görülen tedavi şekli olmasına rağmen, bazı hastalar birkaç hafta boyunca günlük olarak bir beyazlatma aпараты kullanmak istememektedir (108). Ofis tipi beyazlatma sistemlerinin hastaların kendilerinin kullandıkları sistemlere göre pek çok avantajı bulunmaktadır. Tedavi hekim kontrolünde planlanıp uygulandığından doğru endikasyon ile olası komplikasyonların önüne geçilebilmekte; evde uygulanan sistemlere göre daha kısa sürede sonuçlar elde edilebilmektedir (4). Bu nedenle biz de çalışmamızda daha hızlı sonuç veren ve hastalar tarafından daha çok tercih edilen ofis tipi beyazlatmayı kullanmayı tercih ettik.

Yüksek konsantrasyonlarda hidrojen peroksit bazlı birçok ürün piyasaya sürülmüş ve bununla birlikte hemen hemen aynı anda birkaç araştırmacı, QTH, LED, PAC lambaları ve lazerler de dahil olmak üzere beyazlatıcı etkiyi artırmak için ışık kaynaklarının kullanımını incelemiştir (109). Ofis beyazlatma işlemini uygularken beyazlatma etkisinin ortaya çıkış süresini kısaltmak ve beyazlatma etkinliğini artırmak amacıyla ısı ve ışık kullanılarak bu işlem aktive edilebilir. Bu amaçla QTH lambalar, PAC lambaları, IR lambalar, argon ve karbondioksit lazerler, KTP lazer, diyet lazerler kullanılabilir (5).

Uzun yıllardır yapılan araştırmalar ve uygulamalar neticesinde elde edilen tecrübeler, beyazlatma işleminin hem güvenilir hem de oldukça konservatif bir yaklaşım olduğunu kanıtlamıştır. Ancak beyazlatma işleminin restoratif diş hekimliğinin diğer uygulamalarıyla kombine edilmesinin bir takım sınırlamalar getirdiği de bilinmektedir. Beyazlatma işleminin ardından yapılan kompozit restorasyonların bağlanma dayanıklılığındaki azalma araştırmalara konu olmuştur (110, 111).

Biz de çalışmamızda son yıllarda kullanımı gittikçe artan diyet lazerin beyazlatma sonrası farklı adeziv sistemler kullanılarak yapılan kompozit restorasyonların bağlanma dayanıklılığı kuvvetlerini nasıl etkilediği konusunu *in vitro* olarak araştırdık.

Diş dokusuna adezyonu test etmek için ISO (International Organization for Standardization), daimi insan dişi veya daimi sığır dişlerinin kullanılmasını önermektedir. İnsan dişi boyutlarının küçük, sığır dişi boyutlarının büyük olması araştırmacıları çalışmalarda daha geniş diş dokusundan faydalanılması amacıyla sığır dişi kullanımına yöneltmiştir (112). Ancak, Mason ve ark. (113) sığır dişinin yapısı farklı olduğundan bağlantı ile ilgili çalışmalarda insan dişi kullanılması gerektiğini ve en iyi sonucun insan dişiyle elde edildiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle, çalışmamızda ISO'nun önerileri doğrultusunda insan, çürüksüz ve restorasyonsuz üst kesici dişleri kullanılmıştır.

Seçilen dişlerin standardize edilmesi tek başına yeterli değildir. Bu dişlerin saklama koşullarında da belirli standartlara uyulmalıdır. Bağlantı dayanıklılık testi uygulanacak dişlerin çekim işleminden kullanılacağı ana kadar geçen sürede dehidrate olmasını önlemek amacıyla, solüsyon içinde tutulması önerilmektedir (114). Araştırmacılar dondurma, soğutma veya ortam sıcaklığında saklama gibi farklı diş depolama metodlarını incelemiş, bazı araştırmacılar da, dişlerin damıtılmış suda, fizyolojik bir solüsyonda, kloramin, formalin veya timolde depolanması gerektiğini bildirmiştir (115, 116). Lee ve ark. (115) ise bekletme solüsyonu olarak distile su, %0,9'luk sodyum klorit (NaCl) %0,5'lik kloramin, %5,25'lik sodyum hipoklorit (NaOCl), %2'lik glüteraldehit ve %10'luk nötral tamponlanmış formalin örneklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, sodyum klorit ve sodyum hipokloritin distile suya göre daha düşük bağlanma dayanım değerlerine neden olduğunu bulmuşlar ve bu solüsyonların bağlanma dayanımı test çalışmaları için kullanılmaması gerektiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle kullanacağımız dişler, artıklarından temizlendikten sonra bağlanma değerlerini etkilemediği düşünülerek çalışma zamanına kadar distile suda muhafaza edilmiştir.

Işık destekli beyazlatma işlemi sırasında, ağartıcı ürünlerin aktivasyon kaynakları, belirli miktarda kızılötesi ışıma (ısıtma) ile mavi spektrumda ışık üreten halojen, ksenon veya led lambadan yayılan sıradan bir ışık veya lazer ışığı olabilir. Günümüzde kullanılan farklı lazer ışığı kaynakları, yeşil görünür ışık yayan KTP lazer (532 nm) ve diyet lazerleri (803 ila 1064 nm arası), Nd: YAG lazer (1064 nm) ve son zamanlarda sıklıkla kullanılan Er: YAG Lazer (2940 nm) dir (54). Lazerlerin beyazlatma işlemi sırasında tercih edilmesinin birçok avantajı vardır. Operasyon süresini kısaltarak aşırı ağartma ve operasyon sonrası hassasiyet riskini azaltması, doğru kullanıldığında, pulpa içi sıcaklığın minimum bir artışını sağlayıp pulpaya zarar vermemesi (5.5°C'den daha düşük) tedavinin sadece bir seansta tamamlanıp verimli sonuçlar alınabilir olması gibi nedenlerden dolayı lazer ile beyazlatma günümüzde sıklıkla tercih edilmektedir (117). Yüksek yoğunluklu diyet lazerleri diş hekimliği alanında nispeten yeni olmasına rağmen, diş hekimleri arasında oldukça popüler hale getiren özelliklere sahiptir. Düşük maliyetli, küçük boyutlu olması ve klinik uygulamayı kolaylaştıran fiber uç ile birlikte kullanılması gibi özellikleri araştırmacıları yeni çalışmalara teşvik etmiştir (67). Diyet lazeri kullanan araştırmacılar şu anda dental ofislerde yapılan basit ve kısa süreli uygulamalar ile lazerin diş beyazlığı için en değerli enerji kaynağı olduğu sonucuna varmışlardır (118). Biz de çalışmamızda yukarıda bahsedilen avantajlarından ötürü %45 oranında HP içeren, 940 nm dalga boyundaki diyet lazer sistemiyle aktive olan LaserWhite 20 beyazlatma jelini ve yüksek oranda HP (%40) içeren Opalescence Boost beyazlatma ajanını üretici firmanın talimatları doğrultusunda kullandık.

Beyazlatma işleminin konservatif ve güvenilir bir uygulama olarak kabul edilmesine rağmen pulpal zarar, dişin kimyasal yapısında değişiklikler, restorasyonlarda mikrosızıntı, eksternal kök rezorpsiyonu ve rezinlerin bağlantı kuvvetlerinde azalma gibi bir takım komplikasyonları da vardır (119). Beyazlatma işleminin ardından yapılan kompozit restorasyonların diş sert dokularına bağlanma dayanıklılığındaki azalma araştırmalara konu olmuştur (120, 121). Bağlanma dayanıklılığındaki bu azalmanın önüne geçebilmek için farklı çözüm yolları üzerinde çalışmalar yapılmaktadır (122-124).

Beyazlatma işleminin akabinde kullanılan hidrojen peroksit, karbamit peroksit, sodyum perborat maddelerine bağlı olarak, diş yüzeyinde veya iç kısımlarında kalan artık oksijenin rezin diş bağlantısını inhibe ederek veya rezin polimerizasyonunu engelleyerek bağlanma değerlerini düşürdüğü bilinmektedir (124-126). Belirli bir süre geçtiğinde ise, bu artık oksijen ayrışarak ortamdan uzaklaşır ve oksidasyon işlemi azalır. Ancak bazı araştırmacılar bağlanma dayanıklılığındaki azalmayı farklı nedenlerle açıklamaktadır. Prizmatik yapının kaybolması ve pörözitenin artması sonucu mine yapısında meydana gelen modifikasyonların yüzeylerin bağlanma özelliğini zayıflattığı düşünülmektedir. Kalsiyum kaybı, mikrosertlikteki azalma ve organik yapıdaki değişiklikler de bağlanma kuvvetindeki azalma ile ilişkilendirilmektedir (127). Bağlanma kuvvetlerindeki düşüşün kompanse edilebilmesi için yapılacak işlemler; en basit ve kolay uygulanan yöntem olarak, restorasyon yapılana kadar 24 saatle 3 hafta arasında değişen belli bir süre beklenmesi, alkol bazlılar yerine aseton bazlı bonding ajan uygulanması, diş yüzeyine alkol uygulanması ve antioksidan ajanların kullanılmasıdır (128). Adeziv başarısızlıkların önüne geçmek için bağlanma dayanıklılığı kuvvetlerinin tekrar eski değerlere dönmelerinin beklenmesi ve restoratif işlemlerin 1-3 hafta sonra yapılması önerilmektedir (121, 129). Ancak bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda beyazlatma işleminin ardından beklenmesi gereken sürenin ne kadar olacağına ilişkin net bir sonuca varılamamıştır.

Literatürdeki çalışmaları incelediğimizde çoğunun in vitro olarak yürütüldüğünü görmekteyiz. Remineralizasyon, tükürük yapısı, yiyecek ve içecek tüketimi gibi faktörlerin mine ve dentin özelliklerini etkilediğini, kullanılan adeziv materyallerin özelliklerine, beyazlatma ajanının konsantrasyonuna, uygulama zamanına ve jelin pH'ına göre de bekleme süresine dair sonuçların değişebileceğini düşünmekteyiz. Beyazlatma işlemi sonrası bağlanma değerlerindeki düşüşün önlenmesi için en çok tavsiye edilen ve yeterli olduğu düşünülen yöntemin restorasyonun bir hafta geciktirilmesi olduğunu belirten Bittencourt ve ark. (121), Mazaheri ve ark. (130), Türkün ve Kaya (131), Ünlü ve ark. (132), Barbosa ve ark. (133), Machado ve ark. (134)'nın sonuçlarının aksine beyazlatma ile restorasyon arasında geçen zamanın 2 hafta veya 3 hafta olması gerektiğini belirten çalışmalar

da (121,135,136) literatürde bulunmaktadır. Araştırmacılar arasında net bir fikir birliği bulunmamakla birlikte, beyazlatma ile restorasyon arasındaki bekleme süresinin bir hafta olmasının adezyon açısından yeterli olduğunu düşünen araştırmacıların sonuçlarına dayanarak ve hastaların estetik beklentilerini en kısa zamanda karşılamamız gerektiğini de göz önünde bulundurarak biz de çalışmamızda beyazlatmayı takiben bir hafta bekleme süresinin yeterli olduğunu düşündük.

Doğal tükürüğe benzer şekilde test materyaline etki eden yapay tükürük, *in vitro* testler için ağızdaki ortamı taklit eder (137). Sadece su kullanarak ağız ortamını taklit etmek yetersiz kalmaktadır. Materyallere göre farklılık göstermesine rağmen, ağız ortamının kimyası dikkate alınmalıdır. Bu sebeple enzim içeriği olmayan, inorganik içerikli yapay tükürük kullanmak çok daha doğru bir yaklaşımdır (138). Tüm bu bilgilerin ışığında biz de çalışmamızda beyazlatma sonrası restorasyonları yapmadan önce deney grubundaki örneklerimizin yarısına beyazlatma sonrası hemen restorasyon uygularken diğer yarısını bir hafta boyunca yapay tükürük içinde beklettikten sonra rezin kompozitleri uyguladık.

Polimerizasyon büzülme kuvvetleri üzerine kavite tipinin etkisi konfigürasyon faktör (C-Faktör) olarak isimlendirilir ve bağlantı sağlanan yüzey sayısının, bağlantının gerçekleşmediği yüzey sayısına bölünmesiyle bulunur. C değeri arttıkça polimerizasyon büzülme streslerinin arttığı, kompozitin akıcılık kapasitesinin azaldığı bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda, C faktör 2 veya 3 olduğunda elde edilen bağlanma dayanımlarının düz yüzeydekilerden daha düşük olduğu saptanmıştır (139). Çalışmamızda kompozitlerde polimerizasyon büzülmesi esnasında oluşan streslerin azaltılması amacıyla, adeziv sistemler düz mine yüzeyine uygulanmıştır.

Günümüzde adeziv materyallerin kullanım sıklığının artması ile çok sayıda ürün piyasaya çıkmaktadır. Adeziv sistemlerin etkinliği *in vitro* ve *in vivo* yapılan çalışmalarla belirlenmektedir. Klinik çalışmalar daha etkili olmalarına rağmen yüksek maliyetleri, çok zaman almaları sebebiyle laboratuvar testleri daha çok tercih edilmektedir. Aynı zamanda *in vivo* çalışmalarda hasta takibindeki zorluklar ve

bireysel farklılıklar başarısızlıklara neden olmaktadır (140). Yıllardır klinisyenler günlük uygulamalarında hangi adeziv sistemin kullanılacağı konusunda laboratuvar değerlendirmelerine güvenmektedirler. Dental adezivlerin klinik performansını öngörmek için bağlanma dayanımı testlerinin geçerliliği şüpheli olmasına rağmen substrat değişkenlerini tanımlama açısından bazı değerli bilgiler sağlamış ve uygulama prosedürlerini belirlerken yardımcı olmuştur (100). Kompozit rezinlerin bağlanma dayanımlarının ölçümünde makaslama, mikro makaslama, gerilim, mikro gerilim bağlanma dayanımı testleri kullanılmaktadır (97). Kullanılan yöntemler olan bağlanma testleri, uygulanan kuvvetin yönüne göre adlandırılmaktadır. Çekme testlerinde kuvvet bağlanma yüzeyine dik gelirken, makaslama testlerinde bağlanma yüzeyine paralel gelmektedir. Mine ve dentindeki adeziv performans, bağlanan yüzeyin büyüklüğüne bağlı olarak kabaca makro ve mikro olarak ayırdığımız farklı metodlarla değerlendirilebilir. Rahatlığı ve kullanım hızı sayesinde makaslama bağlanma dayanımı tekniği, makro bağlanma test metodları arasında en çok kullanılan yöntem olmaya devam etmektedir (93). Makro testlerde dental restorasyon boyutlarına yakın örnekler kullanılır. Mikro testler ise daha küçük test alanı boyutlarına sahip örnekler ile gerçekleştirilir. Mikro testlerde bir diştten birden fazla örnek alındığı için numune sayısı azdır ve bu örneklerin farklı test örnekleri gibi değerlendirilmesi yanıltıcı olabilir. Mikro test metodları teknik olarak zordur. Örneklerin hazırlanması sırasında yanlış kuvvet uygulanımı veya vibrasyon oluşması bağlantının bozulmasına sebep olur. Mikro testlerde 5 MPa 'nın altındaki bağlanma dirençlerinin ölçümü son derece güçtür (91, 100). Mikrotestlerin zorluklarının yanında makro testlerin avantajından dolayı diğer çalışmalara (3, 139, 140) benzer olarak biz de çalışmamızda makaslama testini kullandık.

Bağlantı dirençlerinin ölçüldüğü bir çok çalışmada kuvvet uygulayan ucun yaklaşma hızı 0.5 mm/dk ile 5 mm/ dk değerleri arasında değişmektedir. *İn vitro* çalışmalardaki test sonucunu etkileyebilecek çok sayıdaki değişkenin varlığı sebebiyle Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu (ISO), “Dental Materyaller – Diş Dokusuna Adezyon Testleri” başlıklı bir döküman yayınlamıştır. Bu çalışmada da bu ISO prosedürleri takip edilmiştir (112). Bağlanma dayanıklılığı kuvvetlerinin değerlendirildiği birçok çalışmada kırma testi için test cihazının kafa hızı 1 mm/dak

olarak belirlenmiştir (126, 127, 141, 142). Biz de çalışmamızda kesme ucu bıçak şeklinde olan ve kafa hızı 1 mm/dak olan universal bir test cihazı kullandık.

Beyazlatma yapılmış dişlerde bağlanma kuvvetlerinin incelendiği çalışmalarda etch and rinse ve self etch adeziv sistemler karşılaştırılmıştır (121, 143-145). Bu çalışmaların hepsinin sonucunda her iki adeziv sistem kullanıldığında da bağlanma değerlerinin beyazlatma sonrası beyazlatma jelinin uygulama süresi ve konsantrasyonuna bağlı olarak azaldığı gözlenmiştir. Etch and rinse sistemlerde ayrı bir basamak olan asitle pürüzlendirme işleminin özellikle mine dokusuna olan bağlanmayı arttırdığı böylece kenar renklenmesi, sekonder çürük oluşumu ve postoperatif duyarlılığı engelleyerek kompozit rezinin ömrünü uzattığı bilinmektedir. Asit uygulamasının hidroksiapatit kristallerinde meydana getirdiği çözünme nedeniyle oluşan düzensiz mine yüzeyi adeziv içeriğinin penetrasyonuna izin verir ve bu penetrasyon mikromekanik retansiyon oluşturur. Bu mikromekanik bağlanma da uzun süreli bağlanma dayanıklılığı oluşumuna katkıda bulunur (71, 146). Erickson ve ark. (147) etch and rinse ve self etch adeziv sistemlerin bağlanma dayanıklılıklarını karşılaştırdıkları *in vitro* çalışmalarında iki aşamalı bir adet self etch sistem tek aşamalı 2 farklı self etch sistem ve etch and rinse adeziv sistemi değerlendirmişler ve self etch sistemlerin zayıf asidite gösterdiklerinden bağlanma dayanıklılığı kuvvetlerinin etch and rinse adeziv sisteme göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. McLean ve ark.'nın (89) iki aşamalı self etch olan CSB ile tek aşamalı CUB'un mineye bağlanma dayanımına baktıkları çalışmalarında, mineye selektif asitleme yapılsa dahi CSB'un bağlanma dayanımı değerleri CUB ile kıyaslandığında anlamlı olacak şekilde yüksek bulunmuştur. Self etch adezivlerde ise asitle pürüzlendirme işleminin ortadan kalkması klinik uygulama süresinin kısılmasının yanı sıra teknik hassasiyet gerekmemesi, uygulama sırasında hata yapılma olasılığının ortadan kalkması ve postoperatif hassasiyetin azalması gibi avantajlar getirmektedir (11). Ancak etch and rinse adeziv sistemlerdeki asitle pürüzlendirme aşamasının diş dokularına bağlanma üzerinde önemli bir rolü olduğu ve bu nedenle etch and rinse adeziv sistemlerin self etch adeziv sistemlere göre çok daha iyi adezyon sağladıkları birçok çalışmada gösterilmiştir (3, 10, 142). Yine de bazı self etch adeziv sistemlerin etch and rinse sistemlerle benzer bağlanma kuvvetleri sağladığını bildiren çalışmalar

da vardır (148, 149). İki basamaklı self etch adeziv olan CSB birçok çalışmada en iyi bağlanma dayanımı sonuçlarını veren bir self etch adezivdir (12, 87, 150). Çalışmalarda elde edilmiş olan yüksek bağlanma değerleri ışığında biz de çalışmamızda iki aşamalı self etch olarak CSB’u tercih ettik.

Günümüzde geleneksel adeziv sistemlerin dezavantajlarını ortadan kaldırmak ve klinikte kullanım kolaylığı sağlamak amacıyla hem total etch hem self etch modunda hem de selektif asitleme ile beraber uygulanabilecek, ‘*universal*’ ya da ‘*multi mod*’ olarak adlandırılan tek aşamalı kendinden asitli adeziv sistem grubu piyasaya sürülmüştür. Bu yeni adeziv sistem sayesinde hekim, tek bir adeziv ile, hazırladığı kaviteye ve restorasyona en uygun olan adeziv sisteme karar verme şansına sahip olmaktadır (88, 89, 151). Universal adezivlerde self etch modunun en büyük dezavantajı mine bağlanma etkinliğini azaltmasıdır (148, 151). Universal adezivler çok zayıf asidik adeziv ($pH > 2$) grubundadır. Bu nedenle universal adezivler self etch modunda mineyi yeterince demineralize edememektedirler (89). Çalışmalarda universal adezivler minede fosforik asit ile asitleme işlemi ile birlikte uygulandığında, daha yüksek bağlanma dayanımı değeri sonuçları elde edilmiştir (151, 152). Scotchbond Universal adezivin selektif asitleme yapılarak ve yapılmaksızın klinik bağlantısının değerlendirildiği 18 aylık takip çalışmasında, klinik retansiyonun bağlanma stratejisine bağlı olmadığı ancak marjinal adaptasyonun 18. aya doğru bozulduğu gösterilmiştir. Bununla birlikte, bu durum, genellikle restorasyonun yeniden polisajlanarak çözülebileceğinden klinik bir başarısızlık olarak görülmemiş ve bu yeni adeziv sistem, üreticinin önerdiği tüm adeziv stratejilerini kullanırken ADA kriterlerini yerine getirmiştir (153). Universal adezivler farklı modlarda uygulanabilmesine rağmen, mine ve dentinin yapısal farklılığından dolayı hangi dokuda hangi modda uygulandığında daha iyi bağlanma dayanımı gösterdiğine dair kesin sonuçlar yoktur. Universal adezivlerin diş dokularına bağlanma dayanımını arttırmak için çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle beyazlatma işlemi sonrasında kullanılacak adeziv sistem hala tartışma konusudur.

Çalışmamızda iki aşamalı total etch sistemi olan Adper Single Bond 2, iki aşamalı self etch adeziv olarak Clearfil SE bond ve piyasadaki yeni sistemlerden biri

olan Clearfil Universal tek aşamalı adeziv sistem kullanılmıştır. Çalışmamızda kullandığımız adezivlerin bağlanma değerlerini karşılaştırdığımızda elde ettiğimiz SEM görüntülerine paralel olarak etch and rinse adeziv sistem olan SB 2'nin bağlanma değerlerinin en yüksek değerlerde olduğu, en düşük değerlerin ise CUB ile yapılan restorasyonlara ait olduğu sonucuna varılmış ve CSB uygulanan örneklerin de bağlanma değerleri yüksek olmasına rağmen SB 2 uygulanan örneklerle kıyaslandığında aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuş ve yapılan diğer çalışmalara benzer sonuçlar elde edilmiştir (12, 154). Mineye uygulanacak anterior restorasyonlarda etch and rinse sistemi hala altın standart olarak kabul edilmektedir. Bağlanma dayanımı çalışmaları etch and rinse ile oluşturulan mine kompozit bağının iyi bir mikromekanik tutuculuk sonucunda kabul edilebilir uzun vadeli stabilitesinin olduğunu ve self etch adezivlerle oluşturulan bağın stabilitesinin azaldığını ortaya koymuştur ve bu yönüyle bizim çalışma bulgularımızı desteklemektedir (155). CSB'un bağlanma etkinliğinin, fonksiyonel primer içindeki asidik monomerlerin adeziv ajandan ayrılması ve hidroksiapatit içindeki kalsiyum ile iyonik kimyasal bağlar üretebilen fosfat gruplarına sahip MDP monomeri ile ilişkili olduğuna inanılmaktadır. Tek aşamalı adezivlerin hidrofilik olmasının, bu malzemelerin temel dezavantajı olduğu ve bu özelliğinin adeziv geçirgenliğine neden olarak bağlanma kuvvetlerini azalttığı belirtilmiştir (89).

Can-Karabulut ve Karabulut (156) etch and rinse ve self etch adeziv ajanlar arasında bağlanma değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olma sebebini, ağartma sırasında ilave ısıya maruz bırakılan minede dehidratasyonun arttığı, bu su kaybının mine ıslanabilirliğini önemli ölçüde düşürebileceği ve hidrofilik primerin yapışmasını engelleyen değişmiş yüzeylere neden olabileceği, etch and rinse sistemi ile yapılan yıkama adımının, artık olan oksijenin yok edilmesine katkıda bulunarak bağ kuvvetini artırabileceği şeklinde belirtmişlerdir.

Birçok çalışma beyazlatma sonrası farklı adezivlerin mineye olan bağlanma kuvvetlerini araştırmış olmasına rağmen (120, 124, 145), diyet lazer ile yapılan beyazlatma sonrasında adezivlerin diş sert dokularına olan bağlanmasının incelendiği çalışma sayısı yok denecek kadar azdır.

Mirhashemi ve ark.'nın (157) Nd:YAG ve diyet lazer ile beyazlatma sonrası ortodontik braketlerin bağlanma dayanımlarını incelediği çalışmada; ağartmadan hemen sonraki bağlanma değerlerinin düşük olduğunu bulmuş fakat lazer destekli beyazlatmanın geleneksel beyazlatma yöntemi ile kıyaslandığında beyazlatmadan 1 saat sonra kabul edilebilir bağlanma dayanımı değerleri verdiği savunulmuştur ve bu farklılığın da lazerin oksijen salınımı ve HP ayrışmasını hızlandığı, mine yüzey morfolojisinde daha az değişiklik yapması sebebiyle olduğu tahmin edilmektedir. Mirzaie ve ark.'nın (158) diyet lazer ve Nd:YAG lazerle beyazlatma sonrası mine yüzeyinin pürüzlülüğünü değerlendirdikleri çalışmada; tüm gruplarda beyazlatma sonrası mine yüzeyinde anlamlı derecede yüzey pürüzlülüğünün arttığını fakat en düşük artışın LaserWhite jeli ile birlikte diyet lazer uygulanan grupta, en yüksek artışın ise geleneksel beyazlatma uygulanan grupta olduğunu rapor etmişlerdir. Çalışmamızda diyet lazer ile beyazlatma yapılan grup ile Opalescence Boost uyguladığımız grup kıyaslandığında; beyazlatma sonrası 0. gün yapılan restorasyonlarda her üç adeziv sistem için diyet lazerin bağlanma değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı, Opalescence Boost uygulanan örneklerde ise bağlanma değerlerinin SB 2 uygulanan örneklerde en yüksekken CUB grubunda en düşük olduğu bulunmuştur. Bu iki gruba ait SEM görüntülerini incelediğimizde de sayısal değerlere paralel olarak diyet lazer grubunda mine adeziv bağlantı yüzeyinin Opalescence Boost uygulanan örneklerle göre daha iyi olduğunu görmekteyiz. 0. gün yapılan restorasyonlarda diyet lazerin Opalescence Boost grubuna kıyasla daha olumlu sonuçlar vermesinin nedenini lazerin oksijen salınımını hızlandığı ve mine yüzey morfolojisinde daha az değişiklik yaptığı şeklinde düşünmekteyiz. Fakat kendi aralarında değerlendirdiğimizde diyet lazer ve Opalescence Boost grupları yalnız CUB uygulanan grupta istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermektedir. SB 2 ve CSB yüksek bağlanma kuvvetleri ile Opalescence Boost beyazlatma jelinin mine üzerindeki olumsuz etkilerini tolare edebilirken düşük bağlanma kuvveti gösteren CUB bu olumsuz etkiyi tolare edememiş ve bu nedenle mine yüzeyinde daha az değişiklik meydana getiren diyet lazer grubunda bağlanma değerleri Opalescence Boost uygulanan gruba göre anlamlı olarak yüksek bulunmuştur şeklinde yorumlamaktayız.

Beyazlatma tedavisi sonrasında özellikle yüksek konsantrasyonlu ajanların kullanımını takiben mine yüzeyinde pürüzlülükte artış, yüzeysel mine mikrosertlik değerlerinde azalma ve kalsiyum, fosfor gibi minerallerin kaybı birçok çalışmada kaydedilmiştir (159-161). Polydrou ve ark. (162), çalışmalarında üç farklı beyazlatma ajanının mine mikrosertlik değerlerinde artışa sebep olduğunu bulmuş ve Oliveira ve ark. (163) da bu çalışmanın sonuçlarını desteklemiştir. Anaraki ve ark., (68) %40 HP içerikli Opalescence Xtra Boost ile (1.5 Watt, 810 nm) diyet lazer destekli Heydent ağartma jelini kullanarak yaptıkları beyazlatma işleminin mine yüzey pürüzlülüğünü karşılaştırdıkları çalışmada, her iki maddenin mine yüzey pürüzlülüğünü arttırdığını, lazer ağartma grubunun ise geleneksel ağartma yöntemine kıyasla hafif bir artış gösterdiğini rapor etmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları ofis tipi beyazlatmanın mine yüzeyinde pürüzlülüğü artırdığını bildiren Dominguez ve ark. (164), Abouassi ve ark. (165), Vasconcelos ve ark. (166) tarafından doğrulansa da geleneksel ağartmanın mine yüzey pürüzlülüğünü arttırmadığı sonucuna varan Mondelli ve ark. (167) ve Borges ve ark. (168) ile çelişmektedir. Mondelli ve ark.'nın çalışmasından farklı sonuçlar elde edilmesinin nedeninin sıgır dişlerinin ve kullanılan ışık kaynağındaki farklılık olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca lazer ile aktive edilen diş beyazlatma işleminin daha agresif olduğunu fakat bu değişikliklerin özellikle de kalsiyum ve fosfat gibi mineraller içeren diş macunlarının uygulanmasıyla tersine çevrilebileceği gösteren Coceska ve ark. da (169) Anaraki ve ark. (68)'nın sonuçları ile çelişmektedir. Beyazlatma ajanlarının mine yüzeyinde farklı morfolojik değişikliklere sebep olması, kullanılan ajanların konsantrasyonları, uygulama süreleri ve asitlik derecelerine bağlanabilir (169, 170).

Kemaloğlu ve ark. (161) farklı beyazlatma ajanlarının insan mine yüzeyindeki etkilerini SEM ile değerlendirdikleri çalışmalarında bütün ajanların yüzey morfolojisinde az ya da çok değişikliğe sebep olduğu, mine yüzeyine olası olumsuz etkiler düşünüldüğünde, lazerle aktivasyon ile ofis ağartma işleminin en güvenli yöntem olabileceği sonucuna varmışlardır. Miranda ve ark.(171) beyazlatma uygulanmış mine yüzeyini SEM ile değerlendirdiği çalışmasında da ofis beyazlatma ajanlarının, gözenek, çöküntüler, kraterler oluşturarak mine oluklarının derinliğini arttırdığını ve mine prizmalarını kısmen yok ederek insan mine morfolojisini

etkilediğini ortaya koymuştur. Taramalı elektron mikrografları, minenin lazer ile ağartılmış örneklerde bozulmamış olduğunu, ancak demineralizasyon ve çözülmenin geleneksel olarak ağartılmış örneklerde görüldüğünü göstermiştir (68). Yukarıda bahsedilen çalışmalarda olduğu gibi biz de beyazlatma uygulanan ve uygulanmayan grupların yüzey morfolojilerini SEM ile incelediğimizde, her iki beyazlatma sisteminde de yüzeyde gözle görülebilir değişikliklerin olduğunu fakat Opalescence Boost uygulanan örnekler diyet lazer uygulanan grupla kıyaslandığında minenin daha poröz bir yapı sergilediği ve daha derin yapısal düzensizliklere sahip olduğunu görmüş bulunmaktayız. İki beyazlatma metodunun minede oluşturduğu bu morfolojik farklılık, diyet lazerle destekli ağartmanın derinlemesine bir faaliyete oysa geleneksel beyazlatmanın yüzeysel bir faaliyete sahip olması ve geleneksel beyazlatmanın dış yüzeyinde etkili olması için daha fazla zaman gerektirmesine bağlanabilir. Diyet lazer, ağartıcı jelin içindeki spesifik kromoforlarda absorbe edildiğinden (68) reaksiyonların klasik yöntemlere kıyasla daha hızlı, daha etkili ve daha güvenli bir şekilde gerçekleştiğini düşünmekteyiz.

Khoroushi ve Aghelinejad (128) yaptıkları *in vitro* çalışmada ev tipi beyazlatma ajanı uygulanan mine örneklerinde beyazlatma işlemi sonrası farklı adeziv sistemlerle bağlanan kompozit örneklerin bağlanma dayanıklılığı kuvvetlerini değerlendirmiş ve kırılma testinin ardından örneklerin kırılma modu analizini yapmıştır. En fazla adeziv başarısızlığı tek aşamalı self etch adeziv sistemle bağlanan kompozit örnekler göstermiştir. Can ve Karabulut (156) tarafından yapılan ve beyazlatma işleminin farklı adeziv sistemlerle bağlanan kompozit örneklerinin bağlanma dayanıklılığı üzerine etkilerinin incelendiği *in vitro* çalışmada en az adeziv başarısızlık beyazlatma uygulanmayan kontrol grubu örneklerinde görülmüştür. Bu durum beyazlatma işleminin kompozit rezinlerin bağlanma dayanıklılığını azalttığı görüşünü desteklemektedir. Yine aynı çalışmada beyazlatma uygulanmayan kontrol grupları arasında tek aşamalı self etch adeziv sistem ile bağlanan kompozit örnekler en fazla adeziv başarısızlık gösteren örneklerdir. Gürkan ve ark. (3) farklı adeziv sistemler ve lazer uygulamasının %30 ve %16 karbamid peroksit içeren iki farklı ajan ile beyazlatılmış mine örneklerinde bağlanma dayanıklılığı üzerine etkilerini araştırmış ve kırma testinden sonra yapılan analizde koheziv ve karma tip

başarısızlığın sadece iki aşamalı etch and rinse adeziv ile bağlanan örneklerde görüldüğünü iki aşamalı self etch adeziv uygulanan örneklerin tümünde ise adeziv başarısızlık görüldüğünü rapor etmişlerdir. Yukarıdaki çalışmalara paralel olarak biz de çalışmamızda beyazlatma işleminin bağlanma üzerindeki olumsuz etkisi sonucu rezin kompozit ve mine yüzeyi arasındaki bağlanmanın zayıf olduğunu işaret eden adeziv kopma tipine en çok beyazlatma sonrası 0. gün restorasyon yapılan örneklerde ve adeziv sistemler arasında bağlanma değerleri düşük olan CUB uygulanan örneklerde rastladık.

Çalışmamızda SEM ile makaslama testi uygulanan numunelere ait mine dokusu kompozit arasındaki kopma yüzeyleri incelenmiş ve makaslama bağlanma değerleri ile paralellik gösteren görüntüler elde edilmiştir. SEM görüntüleri değerlendirilirken adezivlerin mineye mikromekanik bağlanmalarını sağlayan rezin tagların sıklığı, uzunluğu, adeziv tabakanın kalınlığı, mine dokusu ile adaptasyonu ve interfasiyal yüzeyde oluşan lokalize ya da generalize gap formasyonları dikkate alınmıştır.

Beyazlatma sonrası restorasyonların 1 hafta ertelendiği gruplarda; her iki beyazlatma sisteminde de en iyi adeziv mine bağlantısının SB 2, en kötü bağlantının ise CUB uygulanmış örneklerle ait olduğunu görmekteyiz. Hemen yapılan restorasyonlarla karşılaştırdığımızda her iki beyazlatma sistemi sonrası 1 hafta beklenmesinin her üç adeziv ajanın mineye bağlantısını iyileştirdiğinin söyleyebiliriz. Bu iyileşmeyi beyazlatma materyalinden gelen ve rezin polimerizasyonunu engelleyen artık oksijenin zaman içinde uzaklaşmış olmasına bağlamaktayız.

Beyazlatma ajanlarının sert doku yüzeyinde meydana getirdiği değişimler adezyon yüzeyindeki bağlantının zayıflamasına sebep olmaktadır. *İn vitro* çalışmaların ağız içi koşulları tam olarak taklit edemeyeceği bilindiğinden beyazlatma ajanlarının diş dokularında meydana getirdiği olumlu ya da olumsuz değişikliklerin klinik ya da *in vivo* çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir. Sert doku lazerlerinin mine ve dentinde meydana getirdiği yapısal değişiklikler

konusunda çok sayıda çalışma olmasına karşın diyet lazerin özellikle beyazlatma sırasında diş sert dokularında nasıl bir değişiklik meydana getirdiği konusunda daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.



6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

1. Hem Opalescence Boost hem de diyet lazer destekli beyazlatma işlemi uygulaması kompozit rezinin bağlanma dayanıklılığı kuvvetlerini azaltmaktadır.
2. Yüksek konsantrasyonda hidrojen peroksit içeren ajanlar ile yapılan ofis tipi beyazlatma işleminden hemen ve 1 hafta sonra uygulanacak restoratif işlemlerde zayıf asiditeye sahip self etch adeziv sistemler yerine kuvvetli asiditesi olan self etch ya da etch and rinse sistemler tercih edilmelidir.
3. Beyazlatma işlemini takiben 1 hafta bekledikten sonra kompozit restorasyonların yapılması, beyazlatmanın etkisiyle azalmış olan bağlanma dayanımı değerlerinin artması ve iyi bir adezyon sağlanabilmesi için başvurulacak yöntemlerden biridir.
4. Operasyon süresini kısaltması, mine yüzeyinde minimum morfolojik değişikliklere sebep olması, Opalescence Boost ile kıyaslandığında bağlanma değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmaması gibi nedenlerden dolayı diyet lazer ile beyazlatma günümüzde alternatif bir beyazlatma yöntemi olarak tercih edilebilir.

7. KAYNAKLAR

1. **Kwon SR, Wertz PW.** Review of the Mechanism of Tooth Whitening. *J Esthet Restor Dent*, **2015**; 27 (5): 240-57.
2. **Joiner A.** The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent*, **2006**; 34 (7): 412-9.
3. **Gurgan S, Alpaslan T, Kiremitci A, Cakir FY, Yazici E, Gorucu J.** Effect of different adhesive systems and laser treatment on the shear bond strength of bleached enamel. *J Dent*, **2009**; 37 (7): 527-34.
4. **Carey CM.** Tooth whitening: what we now know. *J Evid Based Dent Pract*, **2014**; 14: 70-6.
5. **De Moor RJ, Verheyen J, Diachuk A, Verheyen P, Meire MA, De Coster PJ, et al.** Insight in the chemistry of laser-activated dental bleaching., *Sci World J*, **2015**; 2015 650492.
6. **Buchalla W, Attin T.** External bleaching therapy with activation by heat, light or laser--a systematic review. *Dent Mater*, **2007**; 23 (5): 586-96.
7. **Dostalova T, Jelinkova H, Housova D, Sulc J, Nemec M, Miyagi M, et al.** Diode laser-activated bleaching. *Braz Dent J*, **2004**; 15:3-8.
8. **Ferracane JL.** Resin composite--state of the art. *Dent Mater*, **2011**; 27 (1): 29-38.
9. **Ferracane JL.** Placing dental composites - A stressful experience., *Oper Dent*, **2008**; 33 (3): 247-257.
10. **da Silva JM, Rodrigues JR, Camargo CH, Fernandes VV, Hiller KA, Schweikl H, et al.** Effectiveness and biological compatibility of different generations of dentin adhesives. *Clin Oral Investig*, **2014**; 18 (2): 607-13.
11. **Souza MHSE, Carneiro KGK, Lobato MF, Souza PDRSE, de Goes MF.** Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use. *J. Appl. Oral Sci.*, **2010**; 18 (3): 207-214.
12. **Giannini M, Makishi P, Ayres AP, Vermelho PM, Fronza BM, Nikaido T, et al.** Self-etch adhesive systems: a literature review. *Braz Dent J*, **2015**; 26 (1): 3-10.
13. **Tabatabaei MH, Arami S, Nojournian A, Mirzaei M.** Antioxidant effect on the shear bond strength of composite to bleached bovine dentin. *Braz J of Oral Sci*, **2011**; 10 (1): 33-36.
14. **Kunt GE, Yilmaz N, Sen S, Dede DO.** Effect of antioxidant treatment on the shear bond strength of composite resin to bleached enamel. *Acta Odontol Scand*, **2011**; 69 (5): 287-91.
15. **Barutçigil Ç, Kürklü D.** Farklı Yüzey İşlemleri Uygulanmış Dentine Ünlversal Bağlayıcı Ajanın Bağlanma Dayanımının İncelenmesi. *A.Ü. Diş Hek. Fak. Derg.*, **2013**; 21 (3): 324-330.
16. **Joiner A, Hopkinson I, Deng Y, Westland S.** A review of tooth colour and whiteness. *J Dent*, **2008**; 36:2-7.
17. **Lee YK.** Opalescence of human teeth and dental esthetic restorative materials. *Dent Mater J*, **2016**; 35 (6): 845-854.

18. **Lee YK, Powers JM.** Color difference of four esthetic restorative materials by the illuminant. *Am J Dent*, **2005**; 18 (5): 359-63.
19. **Watts A, Addy M.** Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J*, **2001**; 190 (6): 309-16.
20. **Sulieman M.** An overview of tooth discoloration: extrinsic, intrinsic and internalized stains. . *Dent Update*, **2005**; 32 (8): 463-71
21. **Manuel ST, Abhishek P, Kundabala M..** Etiology of tooth discoloration- a review. . *Nig Dent J* **2010**; 18 (2): 56-63.
22. **Walsh LJ, Verheyen P.** Tooth Discolouration and Its Treatment Using KTP Laser-assisted Tooth Whitening. *J Oral Laser Applications* **2004**; 4 (1): 7-21.
23. **Aras S, Sen Tunc E, Saroglu I, Kucukesmen C..** The Importance of Patient History in Dignosis of Fluorosis. *A.Ü. Diş Hek. Fak. Derg.* **2005**; 32 (1): 71-78.
24. **Zimmerli B, Jeger F, Lussi A.** Bleaching of nonvital teeth. A clinically relevant literature review. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, **2010**; 120 (4): 306-20.
25. **Kihn PW.** Vital tooth whitening. *Dent Clin North Am*, **2007**; 51 (2): 319-31.
26. **Ito Y, Momoi Y.** Bleaching using 30%hydrogen peroxide and sodium hydrogen carbonate. *Dent Mater J*, **2011**; 30 (2): 193-8.
27. **Greenwall L.** Bleaching techniques in restorative dentistry: An Illustrated Guide. London: UK, Martin Dunitz Ltd, **2001**: 24- 30.
28. **Naik S, Tredwin CJ, Scully C.** Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching): review of safety in relation to possible carcinogenesis. *Oral Oncol*, **2006**; 42 (7): 668-74.
29. **Attin T, Hannig C, Wiegand A, Attin R.** Effect of bleaching on restorative materials and restorations--a systematic review. *Dent Mater*, **2004**; 20 (9): 852-61.
30. **Dahl JE, Pallesen U.** Tooth bleaching--a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med*, **2003**; 14 (4): 292-304.
31. **Sulieman MA.** An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Periodontol 2000*, **2008**; 48 148-69.
32. **Sa Y, Chen D, Liu Y, Wen W, Xu M, Jiang T, et al.** Effects of two in-office bleaching agents with different pH values on enamel surface structure and color: an in situ vs. in vitro study. *J Dent*, **2012**; 40 (1): 26-34.
33. **Pignoly C, Camps L, Susini G, About I, Camps J.** Influence of in-office whitening gel pH on hydrogen peroxide diffusion through enamel and color changes in bovine teeth. *Am J Dent*, **2012**; 25 (2): 91-96.
34. **Fearon J.** Tooth whitening: concepts and controversies. *J Ir Dent Assoc*, **2007**; 53 (3): 132-40.
35. **Roberson MT, Heymann HO, Swift JE.** Sturdevant's, The Art and Science of Operative Dentistry. 5th Ed, Mosby, **2002**: 641-643.
36. **Seven N, Karadaş M.** Vital Dişlerde Beyazlatma. *A.Ü.Diş Hek. Fak. Derg.* **2014**; 126-135.

37. **Luk K, Tam L, Hubert M.** Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *J Am Dent Assoc*, **2004**; 135 (2): 194-201.
38. **Sulieman M.** An overview of bleaching techniques: 2. Night guard vital bleaching and non-vital bleaching. *SADJ*, **2006**; 61 (8): 352-356
39. **Gerlach RW, Barker ML.** Clinical response of three direct-to-consumer whitening products: strips, paint-on gel, and dentifrice. *Compend Contin Educ Dent*, **2003**; 24 (6): 458, 461-4, 466 passim.
40. **Umar I, Kamalak H.** Bleaching Discolored Devital Teeth with Using Of New Agents. *J Dent Med Sci*, **2014**; 13 (3): 79-82.
41. **Koruk DC, Kirzioğlu Z.** Çocuklar ve Gençlerde Diş Beyazlatma İşlemlerine Yaklaşım-Derleme. *A. Ü. Diş Hek. Fak. Derg*, **2010**; 3: 44-53.
42. **de Oliveira LD, Carvalho CA, Hilgert E, Bondioli IR, de Araujo MA, Valera MC.** Sealing evaluation of the cervical base in intracoronal bleaching. *Dent Traumatol*, **2003**; 19 (6): 309-13.
43. **Gökay O, Müjdecı A.** Ağartma Materyallerinin Mine Yüzey Morfolojisi Üzerine Etkileri. *A.Ü. Diş Hek. Fak. Derg*, **2005**; 32 (3): 155-162.
44. **Eimar H, Siciliano R, Abdallah MN, Nader SA, Amin WM, Martinez PP, et al.** Hydrogen peroxide whitens teeth by oxidizing the organic structure. *J Dent*, **2012**; 40 Suppl 2 e25-33.
45. **Sato C, Rodrigues FA, Garcia DM, Vidal CM, Pashley DH, Tjaderhane L, et al.** Tooth bleaching increases dentinal protease activity. *J Dent Res*, **2013**; 92 (2): 187-92.
46. **Potocnik I, Kosec L, Gaspersic D.** Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure, and mineral content. *J Endod*, **2000**; 26 (4): 203-6.
47. **Braz R, Patricio CE, Ribeiro AI, Guenes GM, Dantas DC, Montes MA, et al.** Influence of antioxidants on stress of bonding agents in recently whitened teeth. *Acta Odontol Latinoam*, **2011**; 24 (3): 252-7.
48. **Cadenaro M, Breschi L, Antonioli F, Mazzoni A, Di Lenarda R.** Influence of whitening on the degree of conversion of dental adhesives on dentin. *Eur J Oral Sci*, **2006**; 114 (3): 257-62.
49. **Barcellos DC, Benetti P, Fernandes VV, Valera MC.** Effect of carbamide peroxide bleaching gel concentration on the bond strength of dental substrates and resin composite. *Oper Dent*, **2010**; 35 (4): 463-9.
50. **Coluzzi DJ.** Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dent Clin North Am*, **2004**; 48 (4): 751-70, v.
51. **Parker S.** Introduction, history of lasers and laser light production. *BDJ Open*, **2007**; 202 (1): 21-31.
52. **Stabholz A, Zeltser R, Sela M, Peretz B, Moshonov J, Ziskind D, et al.** The use of lasers in dentistry: principles of operation and clinical applications. *Compend Contin Educ Dent*, **2003**; 24 (12): 935-48; quiz 949.
53. **Pick R.** Using lasers in clinical dental practice. *J Am Dent Assoc*, **1993**; 124 (2): 37-4.
54. **Olivi G, Olivi M.** Lasers in Restorative Dentistry: A Practical Guide. Springer Berlin Heidelberg, **2015**.

55. **Jawad MM, Qader STA, Zaidan AA, Zaidan BB, Naji AW, Qader ITA.** An Overview of Laser Principle, Laser-Tissue Interaction Mechanisms and Laser Safety Precautions for Medical Laser Users. *Int. J. Pharmacol.*, **2011**; 7 (2): 149-160.
56. **Miller M, Truhe T.** Lasers in dentistry: an overview. *J Am Dent Assoc*, **1993**; 124 (2): 32-5.
57. **Convissar RA.** The biologic rationale for the use of lasers in dentistry. *Dent Clin N Am*, **2004**; 48 (4): 771-794.
58. **Malik R, Chatra L.** Lasers an Inevitable Tool in Modern Dentistry: An Overview. *J Indian Acad Oral Med Rad*, **2011**; 23 (4): 603-608.
59. **S.Parker.** Laser-tissue interaction BDI Open., **2007**; 202 (2): 73-81.
60. **Vogel A, Venugopalan V.** Mechanisms of pulsed laser ablation of biological tissues. *Chem Rev.*, **2003**; 103 (2): 577-644.
61. **Aoki A, Sasaki KM, Watanabe H, Ishikawa I.** Lasers in nonsurgical periodontal therapy. *Periodontol 2000*, **2004**; 36 59-97.
62. **Dederich DN, Bushick RD.** Lasers in dentistry: separating science from hype. *J Am Dent Assoc*, **2004**; 135 (2): 204-12; quiz 229.
63. **De Moor RJG, Delme KIM.** Laser-assisted Cavity Preparation and Adhesion to Erbium-lased Tooth Structure: Part 1. Laser-assisted Cavity Preparation. *J Adhes Dent* **2009**; 11 (6): 427-438.
64. **de-Melo MAS, Passos VF, Alves JJ, Barros EB, Santiago SL, Rodrigues LKA.** The effect of diode laser irradiation on dentin as a preventive measure against dental erosion: an in vitro study. *Lasers Med Sci*, **2011**; 26 (5): 615-621.
65. Laser-assisted bleaching: an update. ADA Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc*, **1998**; 129 (10): 1484-7.
66. **Abdelfattah M.** Different Types of Laser use in Teeth Bleaching. *J. Med. Med. Sci.*, **2014**; 5 (10): 230-237.
67. **Kato IT, Kohara EK, Sarkis JE, Wetter NU.** Effects of 960-nm diode laser irradiation on calcium solubility of dental enamel: an in vitro study. *Photomed Laser Surg*, **2006**; 24 (6): 689-93.
68. **Anaraki SN, Shahabi S, Chiniforush N, Nokhbatolfoghahaei H, Assadian H, Yousefi B.** Evaluation of the effects of conventional versus laser bleaching techniques on enamel microroughness. *Lasers Med Sci*, **2015**; 30 (3): 1013-8.
69. **Marshall SJ, Bayne SC, Baier R, Tomsia AP, Marshall GW.** A review of adhesion science. *Dent Mater*, **2010**; 26 (2): e11-6.
70. **Dayangaç BG.** Kompozit Restorasyonlar. 1st ed. Güneş Kitapevi, Ankara, **2000**: 25-29
71. **Zhu JJ, Tang AT, Matinlinna JP, Hagg U.** Acid etching of human enamel in clinical applications: a systematic review. *J Prosthet Dent*, **2014**; 112 (2): 122-35.
72. **Lopes GC, Thys DG, Klaus P, Oliveira GM, Widmer N.** Enamel acid etching: a review. *Compend Contin Educ Dent*, **2007**; 28 (1): 18-24.
73. **Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al.** Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*, **2003**; 28 (3): 215-35.

74. **Roberson MT, Heymann HO, Swift JE.** Sturdevant's, The Art and Science of Operative Dentistry. 5th Ed, Mosby, **2002**; 246-248.
75. **Burke FJ, McCaughey AD.** The four generations of dentin bonding. *Am J Dent*, **1995**; 8 (2): 88-92.
76. **Van Meerbeek B, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G.** The clinical performance of adhesives. *J Dent*, **1998**; 26 (1): 1-20.
77. **Soderholm KJM.** Dental adhesives- How it all started and later evolved. *J Adhes Dent*, **2007**; 9 227-230.
78. **Eren D, Özel Bektaş O.** Dental adezivler. *C.Ü. Diş Hek. Fak. Derg*, **2006**; 9 (1): 63-67.
79. **Tyas MJ, Burrow MF.** Adhesive restorative materials: a review. *Aust Dent J*, **2004**; 49 (3): 112-21; quiz 154.
80. **Zorba Y, Bayındır Y, Yıldız M.** Geçmişten Günümüze Dentin Bonding Ajanlar. *A.Ü. Diş Hek. Fak. Derg*, **2004**; 14 (3): 70-78.
81. **Dayangaç BG.** Kompozit Restorasyonlar. 1 st ed. Güneş Kitapevi, Ankara, **2000**:32.
82. **Eligüzeloğlu E.** Son Dönem Geliştirilen Adeziv Sistemler. *OMÜ Diş Hek. Fak. Derg*, **2009**; 10 (1): 22-29.
83. **Swift EJ, Jr.** Dentin/enamel adhesives: review of the literature. *Pediatr Dent*, **2002**; 24 (5): 456-61.
84. **Kiremitçi A, Altıncı P.** Self-Etch Adeziv Sistemlerde Güncel Gelişmeler Bölüm I: Farklı Özelliklerde Diş Sert Dokularına Bağlanma Etkinliği. *H. Ü. Diş Hek Fak Derg*, **2008**; 32 (4): 33-48.
85. **Van Meerbeek B, Landuyt KV, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, et al.** Technique- Sensivity of Contemporary Adhesives. *Dent Mater J*, **2005**; 24 1-13.
86. **Hipólito D, de Goes MF, Carrilho MR, Chan DC, Daronch M, Sinhoreti MA.** SEM evaluation of contemporary self-etching primers applied to ground and unground enamel. *J Adhes Dent*, **2005**; 7 (3): 203-11.
87. **Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL.** State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater*, **2011**; 27 (1): 17-28.
88. **Rosa WL, Piva E, Silva AF.** Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*, **2015**; 43 (7): 765-76.
89. **McLean DE, Meyers EJ, Guillory VL, Vandewalle KS.** Enamel Bond Strength of New Universal Adhesive Bonding Agents. *Oper Dent*, **2015**; 40 (4): 410-7.
90. **Tekçe N.** İn Vitro Bağlanma Dayanım Testleri ile Klinik Çalışmalar Arasındaki İlişki. *EÜ Diş hek Fak Derg*, **2013**; 34 (2): 57-65.
91. **Van Meerbeek , Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, et al.** Relationship between bond strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater*, **2010**; 26 (2): 100-21.
92. **Kenneth J. Anusavice, Shen C, Rawls HR.** Phillips' Science of Dental Materials. 12 ed. **2013**: 257-274.
93. **Salz U, Bock T.** Testing adhesion of direct restoratives to dental hard tissue - a review. *J Adhes Dent*, **2010**; 12 (5): 343-71.

94. **Ronald L, Sakaguchi J.** Craig's Restorative Dental Materials. 13th ed, Mosby, **2012**.
95. **Ayaz F, Tağtekin D.** Dentin Bonding and Evaluation Methods. *J Dent Fac Atatürk Uni* **2011**; 49-56.
96. **Zicari F, Couthino E, De Munck J, Poitevin A, Scotti R, Naert I, et al.** Bonding effectiveness and sealing ability of fiber-post bonding. *Dent Mater*, **2008**; 24 (7): 967-77.
97. **Armstrong S, Geraldeli S, Maia R, Raposo LH, Soares CJ, Yamagawa J.** Adhesion to tooth structure: a critical review of "micro" bond strength test methods. *Dent Mater*, **2010**; 26 (2): 50-62.
98. **Scherrer SS, Cesar PF, Swain MV.** Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: A critical literature review. *Dent Mater*, **2010**; 26 (2): E78-E93.
99. **Salz U, Bock T.** Testing Adhesion of Direct Restoratives to Dental Hard Tissue - A Review., *J Adhes Dent*, **2010**; 12 (5): 343-371.
100. **Braga RR, Meira JB, Boaro LC, Xavier TA.** Adhesion to tooth structure: a critical review of "macro" test methods. *Dent Mater*, **2010**; 26 (2): e38-49.
101. **Ferreira EA, Souza-Gabriel AE, Silva-Sousa YT, Sousa-Neto MD, Silva RG.** Shear Bond Strength And Ultrastructural Interface Analysis Of Different Adhesive Systems To Bleached Dentin. *Microsc Res Tech*, **2011**; 74 (3): 244-50.
102. **Bergoli CD, Amaral M, Valandro LF.** The Disk-Specimen Thickness Does Not Influence the Push-Out Bond Strength Results Between Fiber Post and Root Dentin. *J Adhes*, **2012**; 88 (3): 213-223.
103. **Goldstein J, Newbury D, Joy D, Lyman C, Echlin C, Lifshin E, et al.** Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis. 3th ed. New York **2002**.
104. **Dogan A, Ozcelik S, Dogan OM, Hubbezoglu I, Cakmak M, Bolayir G.** Effect of Bleaching on Roughness of Dental Composite Resins. *J Adhes*, **2008**; 84 (11): 899-916.
105. **Paradella T, Bottino M.** Scanning Electron Microscopy in modern dentistry research. *Braz Dent Sci*, **2012**; 15 (2): 43-48.
106. **Ergün G, Yenisey M.** Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit (FGK) Sabit Protezlerin Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) Ile Değerlendirilmesi Ve İçeriklerinin Element Analizlerinin (EDS) Yapılması. *OMÜ Diş Hek Fak Derg*, **2006**; 7 73-81.
107. **Attin T.** Methods for assessment of dental erosion. *Monogr Oral Sci*, **2006**; 20 152-72.
108. **de Geus JL, Wambier LM, Kossatz S, Loguercio AD, Reis A.** At-home vs In-office Bleaching: A Systematic Review and Meta-analysis. *Oper Dent*, **2016**; 41 (4): 341-56.
109. **Lagori G, Rocca J, Brulat N, Merigo E, Vescovi P, Fornaini C.** Comparison Of Two Different Laser Wavelengths' Dental Bleaching Results by Photo-Fenton Reaction: In Vitro Study. *Lasers Med Sci*, **2015**; 30 (3): 1001-6.
110. **Bittencourt M, Trentin M, Linde M, Arsati Y, Franca F, Florio F, et al.** Influence of in situ postbleaching times on shear bond strength of resin-based composite restorations. *J Am Dent Assoc*, **2010**; 141 (3): 300-306.
111. **Vidhya S, Srinivasulu S, Sujatha M, Mahalaxmi S.** Effect of Grape Seed Extract on the Bond Strength of Bleached Enamel. *Oper Dent*, **2011**; 36 (4): 433-438.
112. **ISO/TS 11405.** (2003). Dental Materials-Testing of adhesion to tooth structure, pp: 18-25. 2nd ed, Geneva, Switzerland.

113. **Mason PN, Ferrari M, Cagidiaco MC, Davidson CL.** Shear bond strength of four dentinal adhesives applied in vivo and in vitro. *J Dent*, **1996**; 24 (3): 217-22.
114. **DeWald JP.** The use of extracted teeth for in vitro bonding studies: A review of infection control considerations. *Dent Mater*, **1997**; 13 (2): 74-81.
115. **Lee JJ, Nettey-Marbell A, Cook A, Pimenta LAF, Leonard R, Ritter AV.** Using Extracted Teeth for Research - The Effect Of Storage Medium And Sterilization On Dentin Bond Strengths. *J Am Dent Assoc*, **2007**; 138 (12): 1599-1603.
116. **Tosun G, Sener Y, Sengun A.** Effect of storage duration/solution on microshear bond strength of composite to enamel. *Dent Mater J*, **2007**; 26 (1): 116-121.
117. **Sulieman M, Rees JS, Addy M.** Surface and pulp chamber temperature rises during tooth bleaching using a diode laser: a study in vitro. *Br Dent J*, **2006**; 200 (11): 631-4; discussion 619.
118. **Can-Karabulut DC, Karabulut B.** Shear bond strength to enamel after power bleaching activated by different sources. *Eur J Esthet Dent*, **2010**; 5 (4): 382-96.
119. **Khoroushi M, Aghelinejad S.** Effect of postbleaching application of an antioxidant on enamel bond strength of three different adhesives. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, **2011**; 16 (7): e990-6.
120. **Vidhya S, Srinivasulu S, Sujatha M, Mahalaxmi S.** Effect of grape seed extract on the bond strength of bleached enamel. *Oper Dent*, **2011**; 36 (4): 433-8,
121. **Bittencourt ME, Trentin MS, Linden MS, de Oliveira Lima Arsati YB, Franca FM, Florio FM, et al.** Influence of in situ postbleaching times on shear bond strength of resin-based composite restorations. *J Am Dent Assoc*, **2010**; 141 (3): 300-6.
122. **Souza-Gabriel AE, Vitussi LO, Milani C, Alfredo E, Messias DC, Silva-Sousa YT.** Effect of bleaching protocols with 38%hydrogen peroxide and post-bleaching times on dentin bond strength. *Braz Dent J*, **2011**; 22 (4): 317-21.
123. **da Silva JMG, Botta AC, Barcellos DC, Pagani C, Torres CRG.** Effect of Antioxidant Agents on Bond Strength of Composite to Bleached Enamel with 38%Hydrogen Peroxide. *Mat. Res*, **2011**; 14 (2): 235-238.
124. **Mageshwaran Thandalam Arumugam, Ravikumar Nesamani, Karthikeyan Kittappa, Kavitha Sanjeev, Sekar M.** Effect of various antioxidants on the shear bond strength of composite resin to bleached enamel: An in vitro study. *J Conserv Dent*, **2014**; 17 (1): 22-26.
125. **Pimentel AH, Valente LL, Isolan CP, Münchow EA, Piva E, Moraes RRRd.** Effect of waiting time for placing resin composite restorations after bleaching on enamel bond strength. *Appl Adhes Sci*, **2015**; 3 (23): 2-7.
126. **Dudek M, Roubickova A, Comba L, Housova D, Bradna P.** Effect of Postoperative Peroxide Bleaching on the Stability of Composite to Enamel and Dentin Bonds. *Oper Dent*, **2013**; 38 (4): 394-407.
127. **Danesh-Sani, Esmaili M.** Effect of 10%sodium ascorbate hydrogel and delayed bonding on shear bond strength of composite resin and resinmodified glass ionomer to bleached enamel. *J Conserv Dent*, **2011**; 14 (3): 241-246.
128. **Khoroushi M, Aghelinejad S.** Effect of postbleaching application of an antioxidant on enamel bond strength of three different adhesives. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, **2011**; 16 (7): C990-C996.

129. **Gokce B, Comlekoglu ME, Ozpinar B, Turkun M, Kaya AD.** Effect of antioxidant treatment on bond strength of a luting resin to bleached enamel. *J Dent*, **2008**; 36 (10): 780-785.
130. **Mazaheri H, Khoroushi M, Shafiei E, Ghorbanipour R, Majdzade F.** Bond strength of composite-resin and resin-modified glass ionomer to bleached enamel: delay bonding versus an antioxidant agent. *Indian J Dent Res*, **2011**; 22 (3): 432-5.
131. **Turkun M, Kaya AD.** Effect of 10% sodium ascorbate on the shear bond strength of composite resin to bleached bovine enamel. *J Oral Rehabil*, **2004**; 31 (12): 1184-91.
132. **Unlu N, Cobankara FK, Ozer F.** Effect of elapsed time following bleaching on the shear bond strength of composite resin to enamel. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, **2008**; 84 (2): 363-8.
133. **Barbosa CM, Sasaki RT, Florio FM, Basting RT.** Influence of time on bond strength after bleaching with 35% hydrogen peroxide. *J Contemp Dent Pract*, **2008**; 9 (2): 81-8.
134. **Machado JDS, Candido MS, Sundfeld RH, De Alexandre RS, Cardoso JD, Sundfeld ML.** The influence of time interval between bleaching and enamel bonding. *J Esthet Restor Dent*, **2007**; 19 (2): 111-118.
135. **Bishara SE, Oonsombat C, Soliman MM, Ajlouni R, Laffoon JF.** The effect of tooth bleaching on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2005**; 128 (6): 755-60.
136. **Akin M, Aksakalli S, Basciftci FA, Demir A.** The effect of tooth bleaching on the shear bond strength of orthodontic brackets using self-etching primer systems. *Eur J Dent*, **2013**; 7 (1): 55-60.
137. **Leung VW-H, Darvell BW.** Artificial salivas for in vivo studies of dental materials. *J Dent*, **1997**; 25 (6): 475-484.
138. **Musanje L, Darvell BW.** Aspects of water sorption from the air, water and artificial saliva in resin composite restorative materials. *Dent Mater*, **2003**; 19 (5): 414-22.
139. **Yoshikawa T, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Pashley DH.** Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. *J Dent Res*, **1999**; 78 (4): 898-905.
140. **Özyeşil AG, Günel Ş, Belli S, Eskitaşcıoğlu G.** İki farklı bağlanma dayanımı testinin karşılaştırılması. *SÜ Diş Hek Fak Derg.*, **2009**; 18 118-121.
141. **Comlekoglu ME, Gokce B, Kaya AD, Turkun M, Ozpinar B.** Reversal of reduced bond strength after bleaching. *Gen Dent*, **2010**; 58 (3): 258-63; quiz 264-5.
142. **Poggio C, Scribante A, Zoppa FD, Colombo M, Riccardo Beltrami, Chiesa M.** Shear bond strength of one-step self-etch adhesives to enamel: effect of acid pretreatment. *Dent Traumatol*, **2014**; 30: 43-48; **2014**; 30 43-48.
143. **Muraguchi K, Shigenobu S, Suzuki S, Tanaka T.** Improvement of bonding to bleached bovine tooth surfaces by ascorbic acid treatment. *Dent Mater J*, **2007**; 26 (6): 875-81,
144. **Oskoe PA, Navimipour EJ, Oskoe SS, Moosavi N.** Effect of 10% sodium ascorbate on bleached bovine enamel surface morphology and microhardness. *Open Dent J*, **2010**; 4 207-10.
145. **Khoroushi M, Saneie T.** Post-bleaching application of an antioxidant on dentin bond strength of three dental adhesives. *Dent Res J (Isfahan)*, **2012**; 9 (1): 46-53.

146. **Basaran G, Ozer T, Devocioglu Kama J.** Comparison of a recently developed nanofiller self-etching primer adhesive with other self-etching primers and conventional acid etching. *Eur J Orthod*, **2009**; 31 (3): 271-5.
147. **Erickson RL, Barkmeier WW, Latta MA.** The role of etching in bonding to enamel: a comparison of self-etching and etch-and-rinse adhesive systems. *Dent Mater*, **2009**; 25 (11): 1459-67.
148. **Kahveci O, Belli S.** Composite bond strength to intact enamel with current simplified adhesives. *J Adhes Dent*, **2011**; 13 (1): 31-7.
149. **Schauseil M, Blocher S, Hellak A, Roggendorf MJ, Stein S, Korbmacher-Steiner H.** Shear bond strength and debonding characteristics of a new premixed self-etching with a reference total-etch adhesive. *Head Face Med*, **2016**; 12 (1): 19.
150. **Marchesi G, Frassetto A, Visintini E, Diolosa M, Turco G, Salgarello S, et al.** Influence of ageing on self-etch adhesives: one-step vs. two-step systems. *Eur J Oral Sci*, **2013**; 121 (1): 43-9.
151. **Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U.** Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent*, **2014**; 42 (7): 800-7.
152. **Loguercio AD, Munoz MA, Luque-Martinez I, Hass V, Reis A, Perdigao J.** Does active application of universal adhesives to enamel in self-etch mode improve their performance? *J Dent*, **2015**; 43 (9): 1060-1070.
153. **Perdigao J, Kose C, Mena-Serrano AP, De Paula EA, Tay LY, Reis A, et al.** A new universal simplified adhesive: 18-month clinical evaluation. *Oper Dent*, **2014**; 39 (2): 113-27.
154. **Ozer F, Blatz MB.** Self-etch and etch-and-rinse adhesive systems in clinical dentistry. *Compend Contin Educ Dent*, **2013**; 34 (1): 12-4, 16, 18; quiz 20, 30.
155. **Dudek M, Roubickova A, Comba L, Housova D, Bradna P.** Effect of postoperative peroxide bleaching on the stability of composite to enamel and dentin bonds. *Oper Dent*, **2013**; 38 (4): 394-407.
156. **Can-Karabulut DC, Karabulut B.** Influence of Activated Bleaching on Various Adhesive Restorative Systems. *J Esthet Restor Dent*, **2011**; 23 (6): 399-408.
157. **Mirhashemi A, Emadian Razavi ES, Behboodi S, Chiniforush N.** Effect of laser-assisted bleaching with Nd:YAG and diode lasers on shear bond strength of orthodontic brackets. *Lasers Med Sci*, **2015**; 30 (9): 2245-9.
158. **Mirzaie M, Yassini E, Ganji S, Moradi Z, Chiniforush N.** A Comparative Study of Enamel Surface Roughness After Bleaching With Diode Laser and Nd: YAG Laser. *J Lasers Med Sci*, **2016**; 7 (3): 197-200.
159. **Magalhaes JG, Marimoto ARK, Torres CRG, Pagani C, Teixeira SC, Barcellos DC.** Microhardness change of enamel due to bleaching with in-office bleaching gels of different acidity. *Acta Odontol Scand*, **2012**; 70 (2): 122-126.
160. **Joiner A.** Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. *J Dent*, **2007**; 35 (12): 889-96.
161. **Kemaloglu H, Atalayin C, Tezel H.** Scanning Electron Microscopy Investigation of Enamel Surface Treated with Different Bleaching Agents. *Dentistry*, **2014**; 4 (4): 1-5.
162. **Polydorou O, Hellwig E, Hahn P.** The efficacy of three different in-office bleaching systems and their effect on enamel microhardness. *Oper Dent*, **2008**; 33 (5): 579-586.

163. **de Oliveira R, Basting RT, Rodrigues JA, Rodrigues AL, Serra MC.** Effects of a carbamide peroxide agent and desensitizing dentifrices on enamel microhardness. *Am J Dent*, **2003**; 16 (1): 42-6.
164. **Dominguez JA, Bittencourt B, Michel M, Sabino N, Gomes JC, Gomes OM.** Ultrastructural evaluation of enamel after dental bleaching associated with fluoride. *Microsc Res Tech*, **2012**; 75 (8): 1093-8.
165. **Abouassi T, Wolkewitz M, Hahn P.** Effect of carbamide peroxide and hydrogen peroxide on enamel surface: an in vitro study. *Clin Oral Investig*, **2011**; 15 (5): 673-80.
166. **de Vasconcelos AA, Cunha AG, Borges BC, Vitoriano J de O, Alves-Junior C, Machado CT, et al.** Enamel properties after tooth bleaching with hydrogen/carbamide peroxides in association with a CPP-ACP paste. *Acta Odontol Scand*, **2012**; 70 (4): 337-43.
167. **Mondelli RF, Azevedo JF, Francisconi PA, Ishikiriama SK, Mondelli J.** Wear and surface roughness of bovine enamel submitted to bleaching. *Eur J Esthet Dent*, **2009**; 4 (4): 396-403.
168. **Borges AB, Torres CR, de Souza PA, Caneppele TM, Santos LF, Magalhaes AC.** Bleaching gels containing calcium and fluoride: effect on enamel erosion susceptibility. *Int J Dent*, **2012**; 2012 347848.
169. **Coceska E, Gjorgievska E, Coleman NJ, Gabric D, Slipper IJ, Stevanovic M, et al.** Enamel alteration following tooth bleaching and remineralization. *J Microsc*, **2016**; 262 (3): 232-44.
170. **Cvikl B, Lussi A, Moritz A, Flury S.** Enamel Surface Changes After Exposure to Bleaching Gels Containing Carbamide Peroxide or Hydrogen Peroxide. *Oper Dent*, **2016**; 41 (1): E39-47.
171. **Miranda CB, Pagani C, Benetti AR, Matuda Fda S.** Evaluation of the bleached human enamel by Scanning Electron Microscopy. *J Appl Oral Sci*, **2005**; 13 (2): 204-11.

ÖZGEÇMİŞ

Begüm Büşra Cevval Özkoçak 23.02.1985 tarihinde Ankara’da doğdu. İlk, orta ve lise öğretimini Ankara’da tamamladı. 2003 yılında girdiği Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nden 2008 yılında mezun oldu. 2008-2011 yılları arasında serbest muayenehanecilik yaptı. 2012-2013 yılları arasında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Anabilim Dalı’nda görev yaptıktan sonra 2013 Eylül’ünde DUS sınavını kazanarak aynı fakültenin Restoratif Diş Tedavisi Bölümü’nü kazandı ve uzmanlık eğitimine başladı. 2016 Ekim ayında Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı’na yatay geçiş yaptı ve bu tarihten itibaren aynı bölümde araştırma görevlisi olarak çalışmakta ve uzmanlık eğitimine devam etmektedir.