

**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**BEYAZLATMA SONRASI FARKLI BEKLEME SÜRELERİNİN
MİKROGERİLİM BAĞLANMA DAYANIMLARI ÜZERİNDEKİ
ETKİLERİNİN İN VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

GÖKÇE SARUHAN OĞLU

**DANIŞMAN
PROF. DR. HAŞMET ULUKAPI**

**DİŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
KONSERVATİF DİŞ TEDAVİSİ PROGRAMI**

İSTANBUL-2012

TEZ ONAYI

İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı Diş Hastalıkları ve Tedavisi Programında Dok.Öğr.Gökçe SARUHAN OĞLU tarafından hazırlanan Beyazlatma Sonrası Farklı Bekleme Sürelerinin Mikrogerilim Bağlanma Dayanımları Üzerindeki Etkilerinin İn Vitro Olarak Değerlendirilmesi başlıklı Doktora tezi, yapılan tez sınavında Jürimiz tarafından başarılı bulunarak kabul edilmiştir.

14 / Haziran / 2012

Tez Sınav Jürisi

- | <u>Ünvanı Adı Soyadı (Üniversitesi, Fakültesi, Anabilim Dalı)</u> | <u>İmzası</u> |
|---|---------------|
| 1.Prof.Dr.Haşmet ULUKAPI (İ.Ü.Dişhek.Fak.Diş Hast.ve Tedavisi A.B.Dalı Danışman) | |
| 2.Prof.Dr.Fatma KORAY (İ.Ü.Dişhek.Fak.Diş Hast. ve Tedavisi A.B.D.Başkanı) | |
| 3.Prof.Dr.Sami BÜYÜKGÖKÇESU (İ.Ü.Dişhek.Fak.Diş Hast.ve Tedavisi A.B.D.öğretim üyesi) | |
| 4.Prof.Dr.YaseminBENDERLİGÖKÇE (İ.Ü.Dişhek.Fak.DişHast.veTed.A.B.D.öğretim üyesi) | |
| 5.Prof.Dr.Bülent TOPBAŞI (M.Ü.Dişhek.Fak. Diş Hast. ve Tedavisi A.B.D. öğretim üyesi) | |

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmayla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Gökçe Saruhanoğlu



İTHAF

Canım aileme ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca ve tezimin hazırlanması sırasında bana destek ve yardımcı olan danışmanım Prof. Dr. Haşmet Ulukapı' ya;

Bu günlere gelmemde emekleri olan, başta Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr.Fatma Koray olmak üzere, İ.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı'nın tüm öğretim üyelerine,

Doktora çalışmam sırasında verdikleri destekten dolayı tüm araştırma görevlisi ve doktora öğrencisi arkadaşlarıma;

Bu yolda beni destekleyen aileme sonsuz teşekkür ederim.

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 6939.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	İİ
BEYAN.....	İİİ
İTHAF.....	İV
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
TABLolar LİSTESİ.....	İX
ŞEKİLLER LİSTESİ	X
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ	Xİ
ÖZET	Xİİ
ABSTRACT.....	Xİİİ
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Dışın Rengi Ve Renk Algısı	4
2.2. Dışlerde Görülen Renkleşmeler	6
2.2.1. İç Kökenli Renkleşmeler.....	6
2.2.1.1. Metabolik Hastalıkların Sebep Olduğu İç Kökenli Renkleşmeler.....	7
• Fenilketonüri	7
• Porfiri	7
2.2.1.2. Kalıtsal Hastalıkların Neden Olduğu İç Kökenli Renkleşmeler	8
2.2.1.3. İatrojenik Nedenlerle Oluşan İç Kökenli Renkleşmeler	9
2.2.1.4. Travma Nedeni İle Oluşan İç Kökenli Renkleşmeler	11
2.2.1.5. İdiopatik Nedenlerle Oluşan İç Kökenli Renkleşmeler	12
2.2.1.6. Yaşlanma Nedeniyle Oluşan İç Kökenli Renkleşmeler	13
2.2.2. Dış Kökenli Renkleşmeler	13
2.2.2.1. Metalik Olmayan Renkleşmeler.....	14
2.2.2.2. Metalik Renkleşmeler	14
2.2.3. İnternalize Renkleşmeler.....	16
2.2.3.1. Gelişimsel Defektler.....	16
2.2.3.2. Kazanılmış Defektler	16

2.3. Diş Hekimliğinde Beyazlatma	17
2.3.1. Tarihçe	18
2.3.2. Diş Beyazlatma Tedavisinde Kullanılan Ajanlar ve İçerikleri	19
2.3.3. Beyazlatma Mekanizması	23
2.3.4. Beyazlatma Yöntemleri.....	24
2.3.4.1. Vital Dişlerde Beyazlatma Tedavileri	24
2.3.4.2. Devital Diş Beyazlatma Yöntemleri	29
2.3.5. Beyazlatma Ajanlarının Yan Etkileri	31
2.3.5.1. Gingival İritasyon	31
2.3.5.2. Pulpadaki Değişimler	32
2.3.5.3. Diş Beyazlatma Tedavisinin Diş Sert Dokusu Üzerine Etkileri	33
2.3.5.4. Diş Beyazlatma Tedavisinin Bağlanma Üzerine Etkileri.....	42
2.3.5.5. Diş Beyazlatma Tedavisinin Restoratif Materyaller Üzerine Etkileri	46
• Kompozit Reçineler	46
• Amalgam	48
• Seramikler, Yapıştırıcı Ajanlar ve Geçici Restorasyonlar	49
2.3.5.6. Diş Beyazlatma Tedavisinin Toksikolojik Etkileri	50
2.4. Dental Adezyon	52
2.4.1. Dentin Bağlayıcı Sistemlerin Sınıflandırılması	56
2.4.1.1. Total-Etch Sistemler.....	56
2.4.1.2. Self-Etch Adeziv Sistemler	59
2.4.1.3. Cam İyonomer Adezivler	61
2.5. Bağlanma Dayanımı Testleri	62
2.5.1. Makaslama Bağlantı Dayanım Testi (Shear Bond Strength Test)	63
2.5.2. Gerilim Bağlantı Dayanım Testi (Tensile Bond Strength Test)	64
2.5.3. Mikro Gerilim Bağlantı Dayanım Testi (Microtensile Bond Strength Test)	65
2.5.3.1. Mikro gerilim test metodunun avantajları.....	68
2.5.3.2. Mikro gerilim test metodunun dezavantajları:	69
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	70
3.1. Kullanılan Materyaller	70
3.2. Dişlerin Seçimi.....	73
3.3. Grupların Oluşturulması	74

3.4. Beyazlatma İşlemlerinin Uygulanması	74
3.4.1. Ev Tipi Beyazlatma Uygulaması:	74
3.4.2. Ofis Tipi Beyazlatma Uygulaması	75
3.5. Örneklerin Hazırlanması	77
3.5.1. Mine Grubundaki Örneklere Dentin Adezivi ve Kompozit Reçine Uygulaması	77
3.5.2. Dentin Grubundaki Örneklere Dentin Adezivi Ve Kompozit Reçine Uygulaması	78
3.6. Mikro Gerilim Bağlanma Dayanımı Ölçümü	80
3.7. Kırılma Tiplerinin İncelenmesi	83
3.8. Verilerin İstatiksel Analizi	84
4. BULGULAR.....	85
4.1. Ofis Tipi Beyazlatma Uygulaması Sonrası Kompozit Reçinelerin Mineye Mikro Gerilim Bağlanma Dayanımı Değerleri	85
4.2. Ev Tipi Beyazlatma Uygulaması Sonrası Mine Grubu Örneklerinin Mikro gerilim Bağlanma Dayanımı Değerleri Ve Karşılaştırması.....	87
4.3. Ofis Tipi Beyazlatma Uygulaması Sonrası Dentin Grubu Örneklerinin Mikro gerilim Bağlanma Dayanımı Değerleri ve Karşılaştırması	91
4.4. Ev Tipi Beyazlatma Uygulaması Sonrası Dentin Grubu Örneklerinin Mikro gerilim Bağlanma Dayanımı Değerleri ve Karşılaştırması	92
4.5. Kopma Tiplerinin Dağılımı ve İstatistiksel Karşılaştırılması	97
5. TARTIŞMA	101
6. SONUÇLAR.....	123
7. KAYNAKLAR	125
8. ÖZGEÇMİŞ	166

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1 Diş Beyazlatma Tedavisinde Kullanılan Ajanlar	19
Tablo 2: Çalışmada kullanılan mateyallerin kimyasal içerikleri ve materyallerin üretici firmaları	72
Tablo 3: Çalışmada kullanılan cihazların marka, model ve üretici firmaları	73
Tablo 4: Çalışma grupları	76
Tablo 5. Beyazlatma yöntemlerinin, farklı zaman aralıklarında adeziv reçinenin mineye bağlanmasına etkilerinin istatistiksel karşılaştırılması ¹ (Ort±SS, Mpa)	89
Tablo 6. Beyazlatma yöntemlerinin, farklı zaman aralıklarında adeziv reçinenin dentine bağlanmasına etkilerinin istatistiksel karşılaştırılması ¹ (Ort±SS, Mpa)	95
Tablo 7: Mine grubunda beyazlatma tiplerine göre kopma tiplerinin dağılımı ve istatistiksel karşılaştırılması*	98
Tablo 8: Dentin grubunda beyazlatma tiplerine göre kopma tiplerinin dağılımı ve istatistiksel karşılaştırılması*	100

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.Modern dentin bağlayıcı sistemlerin sınıflandırılması (Van Meerbeek ve ark. 1998)	56
Şekil 2.Mikro gerilim testi için hazırlanan çeşitli örnek şekilleri: (a) çubuk, (b) halter, (c) kum saati.....	67
Şekil 3 . Mine yüzeyine kompozit reçinenin bağlanması.	78
Şekil 4. Dentin yüzeyine kompozit reçinenin bağlanması.....	79
Şekil 5. Mikro gerilim testi için örneklerden mesiodistal yönden kesit alınması.....	80
Şekil 6.Mikro gerilim testi için örneklerden vestibulolingual yönden kesit alınması. ...	81
Şekil 7. Mikro gerilim testi için mine ve dentine bağlanmış kompozit reçinelerden mine-kompozit ve dentin kompozit çubuklarının elde edilmesi. (a) mine yüzeyinin dentin dokusu ortaya çıkarılmadan hazırlanışı. (b) Dentin testi için dişin hazırlanışı: düz yüzey oluşturmak için okluzal 1/3 elmas bıçakla ortadan kaldırılmıştır. (c). Mine ve dentin üzerine yerleştirilen kompozit bloklar. (d). Dişin x ve y aksları boyunca kesilimi ve çubukların oluşturulması.....	82
Şekil 8. Kopma tipleri: a. Koheziv kopma kompozit reçinede ve sert dokuda), b. adeziv kopma.....	83

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

°C: Selsius

Ark. : arkadaşları

Bis-EMA: Bisphenol A Polyethylene Dimethakrylate

Bis-GMA: Bisfenol A-glisidil metakrilat

CH₆N₂O₃: karbomit peroksit

Cm: Santimetre

CO₂: karbondioksit

Dak: Dakika

H₂O: su

H₂O₂: Hidrojen peroksit

HEMA: Hidroksietil Metakrilat

HP: Hidrojen peroksit

ISO: International Standards Organisation

KP: karbomit peroksit

mm: Milimetre

mm²: Milimetrekaare

Mpa: Megapaskal

N: Newton

Nm: Nanometre

O₂: Oksijen

O₃: Ozon

p: İstatistiksel anlamlılık düzeyi

pH: Çözeltinin asitlik veya alkalinite derecesi

SEM: Tarama Elektron Mikroskobu

Sn: Saniye

TEGDMA: Trietilen glikol dimetakrilat

UDMA: Üretan dimetakrilat

µm: Mikrometre

ÖZET

Saruhanoglu, G. (2012). Beyazlatma sonrası farklı bekleme sürelerinin mikrogerilim bağlanma dayanımları üzerindeki etkilerinin in vitro olarak değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Diş Hastalıkları ve Tedavisi ABD. Doktora Tezi. İstanbul.

Bu çalışmanın amacı, farklı beyazlatma yöntemlerinin, mine ve dentine kompozit reçinelerin bağlanma üzerine etkilerini zamana bağlı olarak incelemektir. Çalışmada çeşitli nedenlerle çekilmiş 36 adet apeksifikasyonu tamamlanmış, çürüksüz üçüncü büyük azı dişi kullanılmıştır. 4 adet diş kontrol grubu olarak ayrılmış ve bu dişlere beyazlatma uygulanmamıştır. Kalan dişler iki gruba ayrılarak, gruplardan birine ev tipi beyazlatma diğerine ise ofis tipi beyazlatma uygulanmıştır. Beyazlatma uygulanmış dişler 0 (24saat), 7, 14, 21 gün süre ile %100 nemli ortamda 37°C da bekletildikten sonra mine ve dentine ayrı ayrı dentin adezivi ve kompozit reçine uygulanmış ve dişler bağlanma testi için hazırlanmıştır. Örnekler mikrogerilim test cihazında 1mm/dk hızda, kopma meydana gelene kadar çekme kuvveti uygulanmış, kırılan örneklerin kopma değerleri kayıt edilmiştir(MPa). Kopma yüzeyleri stereo mikroskopta incelenmiştir. Elde edilen veriler “student t” testi uygulanarak değerlendirilmiştir. %38 hidrojen peroksit ile ofis tipi beyazlatma mineye kompozit reçinelerin bağlanma dayanımını anlamlı olarak azaltmaktadır (kontrol:34,01±8,19MPa, 0.gün: 23,76±6,61MPa, 7.gün: 25,28±4,26 MPa). 14. gün sonunda ise başlangıç değerleri ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0.05$). %10 karbomit peroksit ile ev tipi beyazlatma, kompozit reçinelerin mineye bağlanma dayanım değerlerini etkilememektedir ($p>0.05$). Dentine bağlanma değerleri ise her iki beyazlatma tipinde de 14. günün sonunda başlangıç değerlerine geri dönerek istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturmamıştır ($p>0.05$). Kopma yüzeyleri değerlendirildiğinde çoğunlukla adeziv kopma görülmüş ve zamana bağlı kopma yüzeyleri istatistiksel fark göstermemiştir ($p>0.05$). Sonuç olarak; minede ofis tipi beyazlatma sonrası kompozit reçinenin bağlanması için 14 gün beklenmesi gerekirken, ev tipi beyazlatmada ise beyazlatmadan hemen sonra kompozit reçine uygulaması yapılabilir. Dentinde ise, her iki beyazlatma yöntemi sonrasında bekleme süresi 14 gün olmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Office tipi beyazlatma, Ev tipi beyazlatma, mikrogerilim bağlanma dayanımı, mikrogerilim testi, mine, dentin

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 6939.

ABSTRACT

Saruhanoglu, G. (2012). In vitro evaluation of the effects of different delayed restoration times on microtensile bond strengths following bleaching. İstanbul University, Institute of Health Science, Restorative and Cariology Department. Doctoral Thesis. İstanbul.

The objective of our study is to investigate the effects of different bleaching methods on microtensile bond strength of composite restorations to enamel and dentin after different delayed restoration times.

36 sound extracted human third molars were used in the study. 4 teeth served as control and bleaching was not performed. The remaining teeth were divided into two main groups each having 16 teeth. One group received home bleaching treatments while the other group received office bleaching treatments. After the bleached teeth were stored at 37°C at %100 humidity for 0 (24 hours), 7, 14, 21 day time intervals, dentin adhesive and composite resin was applied on bleached enamel and dentin respectively, and the samples were prepared for the microtensile tests. Microtensile bond strength tests were performed using Cuicci machine at 1mm/min speed until failure. The microtensile bond strengths were recorded in MPa. Data will be analyzed by student t test. The failure sites were evaluated by a stereomicroscope. Office bleaching with %38 hydrogen peroxide reduced significantly the microtensile bond strength of composite resin to enamel (control: 34,01±8,19MPa, 0.day: 23,76±6,61MPa, 7.day: 25,28±4,26 MPa). After 14 days when compared with initial means, any significant difference did not reveal ($p>0.05$). Home bleaching with 10 % carbamide peroxide did not effect the microtensile bond strength mean values of composite resin to enamel ($p>0.05$). On the other hand, at the end of 14 days, at both bleaching methods the microtensile bond strength mean values of composite resin to dentin, came back to its initial values and did not reveal any significant difference. ($p>0.05$). When the failure modes were investigated, mostly adhesive failure was detected and any statistical difference was not found. As a result, for enamel after office bleaching treatment, the restoration should be delayed for 14 days, while for home bleaching it is unnecessary to delay the bonding procedure of composite resin to enamel. For dentin, following both bleaching methods waiting period before restoration should be 14 days.

Key Words: office bleaching, home bleaching, enamel, dentin, microtensile bond strength, microtensile test, enamel, dentin

This thesis was supported by İstanbul University Department of Scientific Research. Project No: 6939.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Adeziv dişhekimliğinin gelişimine paralel olarak minimal invaziv tedavi kavramı klinikte uygulama alanı bulmuştur. Bu gelişen kavramla birlikte, estetik düzeltmelerin de daha az girişimsel yapılabilme olanağı ortaya çıkmıştır. Estetik dişhekimliğinin ana unsurlarının birisi de dişlerin rengidir. Bu nedenle adeziv dişhekimliği kullanılarak yapılacak estetik uygulamalardan önce doğal dişlerin renginin düzeltilmesi gereklidir. Ağartıcı ajan olarak karbamit peroksitin (KP) kullanıldığı "Home Bleaching" ve hidrojen peroksitin (HP) ağartıcı ajan olarak kullanıldığı "Power Bleaching" yöntemleri günümüzde dişlerin beyazlatılmasında uygulanmaktadır. Farklı beyazlatıcı maddelerin uygulama sürelerine, konsantrasyonlarına bağlı lokal ve sistemik etkileri birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Beyazlatıcı maddelerin mine yüzey pürüzlülüğünü arttırdığı, minenin remineralizasyon kapasitesine etki edebildiği ve yüzey sertliğinde farklılıklar yaratabildiği bildirilmiştir (Rotstein ve ark. 1996; Potocnik ve ark. 2000; Ulukapı 2007). Beyazlatmanın başarısı, beyazlatma maddelerinin dentine penetrasyon kabiliyeti ile yakından ilişkilidir (Carrascove ark. 2007). Dentine penetre olabilen beyazlatma maddeleri pulpada da izlenebilmektedir (Gokay ve ark. 2005). Dentine penetre olan beyazlatma maddesi aktif radikallerine ayrılmakta ve kromatik pigment içeren organik moleküllerde oksidasyon reaksiyonu oluşturmaktadır (White ve ark. 2002). Oksidasyon maddelerinin mine ve dentinin kimyasal yapısına olan etkileri, peroksitlerin düşük moleküler ağırlığı nedeniyle mine ve dentini geçerek reversible pulpitis'e neden olmasından kaynaklanabileceği gibi, kullanılan taşıyıcıların mekanik etkisi nedeniyle de olabilmektedir (Haywood 2000). Yapılan çalışmalarda mine ve

dentinin morfolojik, makrosertlik, kırılma direnci ve bağlanma özellikleri de incelenmiştir. Hidrojen peroksit ve karbamiit peroksit içeren beyazlatma ajanlarının mine ve dentin üzerinde etkisi tam bir netlik kazanmamakla birlikte, bu konudaki araştırmalar halen devam etmektedir. Rotstein ve ark. (1996) %35'lik hidrojen peroksitin hem minenin hem de dentinin kalsiyum-fosfat oranını belirgin bir şekilde düşürdüğünü göstermişlerdir. Fourier Dönüşüm Kızılötesi Strepteskopisi kullanarak yapılan çalışmada %35'lik hidrojen peroksitin minede yapısal değişime neden olduğunu, dentinde ise anlamlı bir değişime sebep olmadığı bildirilmiştir (Doğan ve ark. 2005). Karbamiit peroksit uygulanmış mine yüzeyleri ile ilgili yapılan birçok tarayıcı elektron mikroskobu çalışmasında, mine morfolojisinde hiçbir değişim izlenmediğini veya çok az değişim izlendiği gösterilmiştir (Haywood ve ark. 1990; Josey ve ark. 1996). Görülen en belirgin değişim ise artmış porozite ve hafif erezyondur (McGuckin ve ark. 1992; Josey ve ark.1996). Beyazlatılmış minenin mikrosertliği ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların birçoğunda beyazlatılmış minenin sertliğinin beyazlatılmamış mine ile benzerlik gösterdiği bildirilmiştir. (Murchison ve ark. 1992; Nathoo ve ark. 1994). Bir başka çalışmada ise %10 karbamiit peroksit uygulanmış mine örneklerinde minenin sertliğinde hafif bir azalma olduğu fakat zaman içerisinde kullanılan yapay tükürüğün etkisiyle bu durumun kaybolduğu gösterilmiştir (Shannon ve ark. 1993). Kompozit reçinelerin bağlanma özelliklerinin değişimi ile ilgili yapılan birçok çalışmada gerek klinikte hidrojen peroksit kullanarak, gerekse evde karbamiit peroksit kullanılarak yapılan beyazlatma tedavisinin reçinenin mineye bağlanma dayanıklılığını azalttığı gösterilmiştir (Ben-Amar ve ark. 1995; Torneck ve Ruse 1992; Garcia –Godoy ve ark. 1993). Bazı yazarlara göre rezidüel peroksit ve oksijen reçine adezivlerin ve restoratif materyallerin polimerizasyonunu ve bağlanma dayanıklılığını düşürmektedir (Ruse, ve ark.1990; Rotstein ve ark. 1996, Mc Craken ve

Haywood 1996; Haywood ve ark. 1990; McGuckin ve ark. 1992) Beyazlatılmış minedeki rezin taglar sayıca daha az, daha az belirgin ve beyazlatılmamış minede oluşanlara göre daha kısadır (Titley ve ark. 1991). Beyazlatma işlemi sonucunda morfolojik yapısı değişen mine ve dentin üzerine uygulanan restoratif materyallerin tutuculuğu ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Beyazlatılmış dişe reçine kompozitlerin bağlanma değerlerinin düşmesinden, beyazlatma sonrası dokudaki rezidüel hidrojen peroksit sorumlu tutulmaktadır (Titley ve ark.1993). Rezidüel hidrojen peroksitin ne kadar sürede elimine olabileceği kesin olarak bilinmemektedir. Restoratif tedavi öncesinde yapılan beyazlatma işleminin ve beyazlatma işleminin tamamlanmasını takiben bekleme süresinin restorasyonun bağlanma dayanımını ne oranda etkilediği klinik uygulamalar için önem taşımaktadır. Çalışmamızın amacı, beyazlatma yapılmış dişlere kompozit reçinelerin çekme kuvvetlerine bağlanma dayanımlarını zamana bağlı olarak incelemektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Dişin Rengi Ve Renk Algısı

Günümüz çağdaş insanı, dişlerin insan estetiğindeki öneminin fazlasıyla farkındadır. Dişlerdeki şekil ve renk bozuklukları hastalarda psikolojik rahatsızlıklara kadar varan problemlere neden olabilen önemli bir estetik sorundur. Dişlerdeki renklemeler, genellikle diş kaybına sebep olacak prognozları olmasa da, ön bölgede bulunmaları ciddi estetik sorun oluşturmakta ve bireyin sosyal ilişkilerine olumsuz bir şekilde yansımaktadır. Bu nedenle mevcut renklemeleri gidermek veya en aza indirmek estetik sorunların düzeltilmesinde önemli rol oynamaktadır. Ancak bunu gerçekleştirebilmek için diş renklemelerinin etiyolojileri ve oluşum mekanizmaları iyi anlaşılmalıdır.

Restoratif diş hekimliği açısından diş renginin temel elemanlarının anlaşılması önem taşımaktadır. Diş rengi, dişlerin optik özelliklerinin bir kombinasyonudur. Işık diş ile karşı karşıya geldiğinde etkileşimleri sonucu, ışığın (a) dişi geçmesi, (b) yüzeyde yansması, (c) dokularda absorpsiyon ve ışığın (d) dağılması gibi dört farklı olgu gözlenir. Diş rengi, dağılan ışığın hacmi ile belirlenir (Jahangari ve ark. 2002). Normal mine mavi-beyaz, sarı ve gri-beyaz tonlar arasında değişen renk farklılıkları gösterir. Saydam mine ile örtülü dişler alttaki dentinin rengini yansıtarak kahverengi-sarımsı, kalın opak minesini olan dişler çoğu kez gri-beyaz görünür. Dişlerin okluzal ve insizal kenarlarına doğru artan, servikalde azalan mine kalınlığı, minenin servikalde daha sarı, kesici kenarda mavimsi renkte görünmesini sağlar. Yaşlanmayla dişler fizyolojik olarak daha koyu renk alırlar. Bunun nedeni sekonder dentin yapımı ile dentin kalınlığının artması, mine mineralizasyon derecesinin artması, interkristalin alanın hacimce azalması ve bunun sonucu olarak minenin daha homojen yapıya kavuşması ve ışık

geçirgenliğinin artması, aşınarak dentinin rengini daha fazla yansıtmaması ve dış kaynaklı boyar maddelerin dişin yapısına girmesidir. Dişeti çekilmesi de diş rengini doğrudan veya dolaylı etkileyebilmektedir.

Diş hekimliği açısından renk bilimi; renk algısı ve tarifi açısından önem taşımaktadır. Dişin renginin incelendiği ortamın şartları son derece önemlidir. Işık kaynağı, gün içinde güneşin konumu, çevre koşulları ve dişin incelendiği açı diş rengini etkilemektedir. Işık farklı dalga boylarında oluşur ve farklı koşullarda incelenen bir diş farklı renkler sergiler. Bu fenomene ‘metamerizm’ adı verilmektedir. Diş rengini belirlerken metamerizmin etkilerini azaltabilmek amacıyla standart bir ışık kaynağı kullanılmalıdır (Lee ve Powers 2005).

Renklerin değerlendirilmesi ve karşılaştırılması konusunda sorunlarla karşılaşmaktadır. Rengin algılanması subjektif olduğundan diş rengini tanımlamak oldukça güçtür. Aynı diştten renk seçimi konusunda hekimler arasındaki farklılıklar, hatta aynı diştten farklı zamanlarda aynı hekim tarafından yapılan renk seçiminin değişkenlik göstermesi Culpepper tarafından 1970 yılında yapılan bir çalışma ile gösterilmiştir. Bu nedenle birçok sayıda renk rehberi geliştirilmiştir. Renk Munsell renk aralığına göre “hue”, “value” ve “chroma” olarak tarif edilebilmektedir (Mc Laren 1987). Hue rengin çeşididir ve farklı renk aileleri arasındaki farkı belirler. Value; siyah ve beyaz arasında rengin açıklığını belirler. Choroma rengin doygunluğunun derecesidir. Miller ve ark. (1993) bu üç boyutlu renk sistemine dördüncü bir boyut olarak opaklık ve yarı saydamlığı eklemeyi önermişlerdir.

Diğer bir alternatif renk değerlendirme sistemi de “Comission Internationale de l’Eclairage”(CIE) tarafından tanımlanan L^*a^*b sistemidir. Bu sistemde L^* rengin açıklığını belirtmektedir ve dikey bir eksen üzerinde siyahtan beyaza doğru uzanan bir değişimi ifade etmektedir. ‘Hue’ ve ‘Chroma’ ise bu sistemde yatay düzlem üzerinde a^*

(yeşil ve kırmızı) ve b* (mavi ve sarı) olarak gösterilmektedir. (Commision Internationale de l'Eclairage. 1978.)

Dişin kuronal kısmı mine, dentin ve pulpadan oluşmaktadır. Bu dokulardaki herhangi bir yapısal değişiklik dişin ışık geçirme ve yansıtma özelliklerini değiştirerek dış görünüşünü etkilemekte ve dişlerde renkleşmelere neden olmaktadır (Sulieman 2005a).

2.2. Dişlerde Görülen Renkleşmeler

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 (Greenwall 2001). Diş dokularının oluşumları veya gelişimleri sırasında meydana gelen değişimler, ışığı geçirme ve yansıtma özelliklerini değiştireceğinden dişlerin görünüşleri de değişmektedir. Dişlerde görülen renkleşmeler; renkleşmenin lokalizasyonuna göre iç kökenli, dış kökenli ve internal renkleşmeler olarak sınıflandırılabilirler (Sulieman 2005a).

2.2.1. İç Kökenli Renkleşmeler

İç kökenli renkleşmeler dişlerin gelişimi sırasında, diş sert dokularının yapısal kompozisyonlarındaki veya kalınlıklarındaki değişimler sonucunda meydana gelirler ve diş dokusunun ışığı geçirme özelliklerini değiştirirler Erişkin dişlerdeki, iç renkleşme çeşitli faktörlerin etkisiyle meydana gelmektedir (Murchinson ve ark. 1992; Newburn 1992). Sistemik ve kalıtsal hastalıklar, iatrojenik ve idiopatik nedenler, travma ve yaşlanma iç kökenli renkleşmelerin oluşmasına neden olan etkenlerdir (Sulieman

2005a; Pindborg 1970; Watts ve Addy 2001). Bunlar sürme öncesinde veya sonrasında oluşabilmektedir.

2.2.1.1. Metabolik Hastalıkların Sebep Olduğu İç Kökenli Renkleşmeler

Fenilketonüri, konjenital eritropoetik porfiria, konjenital hiperbilirubinemi gibi birçok sistemik hastalık iç kökenli renkleşmelerin oluşmasına neden olmaktadır.

- **Fenilketonüri**

Resesif olarak geçen bir metabolizma bozukluğu olan bu hastalıkta bazı aminoasitlerin (Tirozin ve Fenilalanin) oksidasyonu tam olarak gerçekleşmemekte ve hemo gentistik asit oluşmaktadır (Link 1973; Önal 2004). Bu tür vakalarda sürekli dişlerde dentin dokusunun rengi kahverengidir.

- **Porfiri**

Porfirin metabolizmasındaki bozukluk sonucu hematoporfiri açığa çıkıp kemik ve dişlerde depolanır. Dişlerde kırmızı-kahverengi renkleşmeler oluşmaktadır. Bu oluşuma eritrodonti adı da verilmektedir. Bu tür dişler beyazlatma tedavilerine yanıt vermezler (Önal 2004; Fayle ve Polard 1994)

- **Konjenital Hiperbilirubinemi**

Hemoliz sonucu oluşan yıkım ürünleri, dişlerde sarı-yeşil renkleşmelere sebep olmaktadır. Hafif yenidoğan sarılığı yaygın olarak görülmesine rağmen Rh uyuşmazlığı

nedeni ile görülen şiddetli hemoliz sonucu pigmentler kalsifiye diş dokularında özellikle neonatal çizgide birikerek renkleşmeye neden olmaktadır (Watanabe ve ark. 1999).

2.2.1.2. Kalıtsal Hastalıkların Neden Olduğu İç Kökenli Renkleşmeler

- **Amelogenezis İmperfekta**

Hereditör bir hastalık olup mineyi etkiler. Mine oluşumu mineralizasyon ve matris oluşumu bakımından etkilenir. 14 alt tipi vardır. Bunların büyük bir çoğunluğu otozomal dominant veya X kromozomuna bağlı geçiş gösterirler (Sundell ve Koch 1985; Wright ve ark. 1991). Görünüm, amelogenezis imperfektanın tipine göre değişmektedir. Hafif hipomatüre karlı mineden, sarı-kahverengi sert mineye kadar farklılık göstermektedir (Murchinson ve ark 1992).

- **Dentin Defektleri**

Dentin defektleri, kalıtsal olabilecekleri gibi çevresel etkenler nedeni ile de oluşabilirler (Sclare 1984). Genetik olarak belirlenen dentin defektleri tek başlarına ya da sistemik bir bozukluk ile birlikte görülebilirler.

- **Dentinogenezis imperfekta**

Dentinogenezis İmperfekta tip I (tip I kollagenin bozukluğu olan osteogenezis imperfekta ile ilişkili olan) de kemikte kırılabilirlik ve sklerada mavi renge, eklemlerde elasisiteye ve opak dentine rastlanır. Kalıtım dominant veya resesif olabilir, resesif olanlar daha ciddidir ve erken dönemlerde ölümcül olabilir. Opak dişler dominant kalıtım gösterirler. Mine kırılmaya daha açıktır, pulpa odası nadiren tıkanır. Bu durum tip I ve tip II nin radyolojik olarak ayırt edilmesini sağlar.(Weymann ve Porteus 1962).

Dentinogenezis İmperfekta tip II, süt dişlerini daimi dişlere oranla daha fazla etkilemektedir. Dişler genellikle mavi-morumsu veya gridir ve pulpa odaları tıkalıdır. Mine uzaklaştığında dentin kolaylıkla aşınır ve mine-dentin bileşimi açığa çıkar. Dentin açığa çıktığında ise poröz dentine kromojenlerin absorpsiyonu ile dişler hızla kahverengi renk almaya başlar.

Dentinogenezis imperfekta tip III, Witkop (1988) tarafından tanımlanmıştır. Dişler tip I ve tip II dentinogenezis imperfekta da olduğu gibi görünmelerine karşın süt dişlerinde birçok pulpa ekspozları görülür. Radyografilerde ise dişler kabuk şeklinde izlenir (Witkop 1988).

- **Dentinal Displazi**

Shields ve ark. (1973) dentin defektlerini yeniden sınıflamış ve dentinal displazi tanımını geliştirmişlerdir. Bu sınıflama ile dentinogenezis imperfekta ile dentin defektleri ayrılmıştır. Otozomal dominant geçiş gösteren tip I dentin displazisinde süt ve daimi dişler normal şekil ve formdadır fakat kehribar translüsensi izlenir. Radyografik olarak diş kökleri kısa ve konik yapıdadır. Pulpa genellikle tıkalıdır ve karakteristik periapikal radyolüsensi izlenir. Shields ve ark. (1973) tip II dentin hipoplazisini birçok pulpa taşı ile birlikte devedikeni görüntüsündeki pulpa odasının bulunması ile tanımlamışlardır. Bu durumda ise dişlerde kahverengi renklenmeler görülmektedir.

2.2.1.3. İatrojenik Nedenlerle Oluşan İç Kökenli Renkleşmeler

- **Tetrasiklin Renkleşmesi:**

Gelişim sırasında sistemik olarak alınan tetrasiklin kemik ve diş sert dokularında birikmektedir (Urist ve Ibsen 1963; Varughese ve Moreeno 1981; Wallman ve ark.

1962; Weymann ve Porteus. 1962). Tetrasiklin ve homologlarının, kemik ve diş sert dokularındaki hidroksiapatit kristallerinin kalsiyum iyonları ile kompleksler oluşturabildikleri ve hidroksiapatitin yapısına girdiği bildirilmektedir (Murchinson ve ark 1992; Türker ve Bişkin 2002). Bu durumda dentin mineye göre daha fazla renkleşme göstermektedir (Wallman ve ark. 1962; Murchinson ve ark 1992). Daimi dişlerin gelişimi 12 yaşına kadar devam ettiğinden bu yaşın altındaki çocuklarda, emzirme dönemindeki kadınlarda ve plasenta bariyerini geçebildiğinden hamilelerde tetrasiklin kullanılmamalıdır (British National Formulary 1999).

Tetrasiklinden etkilenen dişler, sürme sırasında daha da belirgin olmak üzere sarı veya kahverengi-yeşil renktedir. Işığa maruz kaldığında renk kahverengiye dönmektedir. Bu değişim özellikle anterior dişlerde görülür. Farklı tetrasiklin tipleri farklı renkleşmelere sebep olmaktadır (Parsons ve Walton. 2001; Murchinson ve ark. 1992). Klortetrasiklin gri, oksitetrasiklin ise kremi bir renkleşme meydana getirmektedir (Moffit ve ark. 1974; Van der Bijl ve Pitigoi 1995).

Tetrasiklin renkleşmesi diş beyazlatma işlemine en geç cevap veren renkleşmedir ve dolayısıyla tedavi süreci en uzun olan durumdur (Heywood ve Heymann 1994). %10, 20 karbamit peroksit ile 1 ay ile 6 ay arasında devam eden tedavi işlemlerinin etkili olduğu rapor edilmiştir. Tedaviden 90 ay sonra sonuçların hala kalıcı olduğu öne sürülmüştür (Matis ve ark. 2006; Leonard ve ark. 2003). Peroksidaz ve laktoperoksidaz gibi enzimlerin yüksek konsantrasyonlu karbamit peroksit ile birlikte kullanılmasıyla daha etkin beyazlatma sağlanabilmektedir (Gimeno ve ark 2008).

- **Dental Flouroz**

Fluorid alınımına bağlı olarak minede meydana gelen değişimler 1938 yılında Dean tarafından rapor edilmiştir. Bu etki, doğal su kaynaklarından alınan sudaki florid

miktarına bağılı olarak gelişebileceği gibi tablet, gargara ve diş macunlarından alınan fazla miktardaki floride bağılı olarak da gelişebilir. Durumun şiddeti yaşa ve doza bağılıdır. Minedeki görünüm hafif beyazlıklardan diffuz opasitelere kadar farklılık sergileyebilmektedir. Renk ise hafif tebeşirimsiden koyu kahverengi/siyaha kadar değişebilmektedir (Parsons ve ark. 2001). Kahverengi/siyah renkleşmeler ise, genellikle dişlerin sürmesinden sonra poröz mine içerisine dış kökenli kromojenlerin penetre olması sonucu meydana gelmektedir (Weatherall ve ark. 1972). Fluoroz, içme suyunda 1ppm den fazla miktarda florid bulunduğu zaman oluşmaktadır. Bir çeşit mine hipoplazisi olarak değerlendirilmektedir, çünkü kronik florid alımı ameloblast metabolizmasını etkileyerek hipomineralize, poröz mine oluşumuna neden olmaktadır. Floride bağılı renkleşmelerde 3 tipe rastlanmaktadır. (a)Basit fluoroz, (b)opak fluoroz ve (c)çukurlu fluoroz. Basit fluorozda düz mine üzerinde kahverengi renkleşmeler vardır. Opak fluorozda, mine yüzeyinde gri-beyaz noktalar mevcuttur. Çukurlu fluorozda, minede defektler vardır ve renk daha koyudur (Murchinson ve ark. 1992).

Dental fluorozun tedavisinde, yüzeysel mine defektlerine ev tipi ve ofis tipi beyazlatma ajanları, selektif mikroabrazyon ve abrazyon yöntemiyle kombine edilerek uygulanmaktadır (Ardu ve ark. 2007; Ardu ve ark. 2009).

2.2.1.4. Travma Nedeni İle Oluşan İç Kökenli Renkleşmeler

- **Pulpa Odasının Zarar Görmesi**

Özellikle gelişim döneminde travmaya maruz kalan dişlerin pulpa odasında bir takım zararlar meydana gelebilmektedir. Yaygın olarak ön keser dişlerde görülmektedir. Pulpa odasının zarar görmesi sonucu diş normalden daha koyu bir renk almaktadır (Miller ve ark. 2012).

- **Diş Sert Dokularının Rezorpsiyonu**

Diş sert dokularının rezorpsiyonu mine-dentin birleşiminde pembe bir görünümle belirti verebilir. Bu durum, dentinin çok fazla rezorbe olması ile vasküler dokunun mineden gözükmesi sonucu meydana gelmektedir. Sıklıkla iç rezorpsiyon pembe lekelerle neden olmaktadır. Periodontal dokulardan kaynağını alan eksternal rezorpsiyon sonucu da dişin krununda pembe lekelerle rastlanabilmektedir (Zimerli ve ark. 2010).

- **Mine Hipoplazisi**

Mine hipoplazilerinin en yaygın nedeni süt dentisyonu sırasında meydana gelen travma ve enfeksiyonlardır (Andreasen ve ark. 1987). Diş germine zarar veren bu tür lokalize etkiler, hipoplastik mine defektleri oluşmasına neden olurlar. Ayrıca gelişmekte olan diş germeleri, vitamin D eksikliği, kızamıkçık enfeksiyonu, hamilelik sırasında alınan ilaçlar gibi birçok durumdan etkilenmektedir.(Fearne ve ark. 1990).

- **Dentin Hiperkalsifikasyonu**

Travma sonucu dişlerdeki kanlanmanın geçici olarak bozulmasıyla odontoblastlar etkilenmekte ve pulpa odası ile kanal duvarlarında düzensiz dentin yapımı meydana gelmektedir. Bu durumda dişler vital olmalarına rağmen saydamlıkları giderek azalmakta ve renkleri sarı ve kahverengiye dönüşmektedir (Miller ve ark. 2012).

2.2.1.5. İdiopatik Nedenlerle Oluşan İç Kökenli Renkleşmeler

“Molar insizor hipomineralizasyonu”, kesici ve sürekli birinci molarların minelerinde meydana gelen şiddetli hipomineralizasyondur ve etyolojisi

bilinmemektedir (Weerheijm ve ark. 2003). Hipomineralize mine, asimetrik, poröz ve kırılıgandır. Dişlerin sürmesinden kısa bir süre sonra çiğneme kuvvetlerinin etkisiyle ortadan kalkar.

2.2.1.6. Yaşlanma Nedeniyle Oluşan İç Kökenli Renkleşmeler

Doğal olarak sekonder dentin üretimi, dişin ışık geçirgenlik özelliklerini değiştirmekte ve yaş ile rengin koyulaşmasına sebep olmaktadır (Murchinson ve ark. 1992; Parsons ve ark. 2001). Pulpa, yaşın ilerlemesiyle birlikte çekilerek arkasından daha koyu renkli sekonder dentin bırakmaktadır. Mine kalınlığı zamanla azalmakta ve dentin renginin diş renginden baskın olmasıyla birlikte dişler gittikçe koyulaşmaktadır (Moreno 1993). Bu doğal süreç yiyecek, içecek ve tütün ürünlerinin zaman içerisinde biriken renklendirici etkileriyle hızlanmaktadır.

2.2.2. Dış Kökenli Renkleşmeler

Dış kaynaklı renkleşmeler mine yüzeyindeki renkleşmelerdir. Daha sık görülmekte ve renkleşmenin kimyasal mekanizması açısından kendi içinde sınıflandırılmaktadırlar. Mine defektlerine, özellikle defektin dentine kadar ulaştığı durumlara bağlı olarak kromojenik maddelerin yapıya girmesiyle oluşan renkleşmelere internalize renkleşmeler adı verilmektedir. Dış renkleşmeler, kaynağının metalik olup olmamalarına göre sınıflandırılırlar:

2.2.2.1. Metalik Olmayan Renkleşmeler

Metalik olmayan renkleşmelerde, boyar maddenin dental plak veya pelikül yapısına girdiği gözlemlenmektedir. Etiyolojik sebepler beslenme, bazı içecekler, tütün, bazı antiseptik gargaralar ve bazı ilaçlar olabilmektedir. Ağız hijyeni kötü bireylerde renkleşme yeşil-turuncu iken, ağız hijyeni iyi ve çürük riski düşük bireylerde renkleşmeler siyah/kahverengidir (Addy ve Moran 1995).

2.2.2.2. Metalik Renkleşmeler

Bu renkleşmeler, mesleki olarak ya da alınan ilaçlarla metal tuzlarına maruz kalınması sonucu meydana gelmektedir. Dış kökenli renkleşmeler metal tuzlarına ve metal tuzu içeren ilaçların kullanımına bağlı olarak görülebilmektedir (Addy ve ark. 1981). Demir içeren ürünleri kullanan bireylerde veya demir madenlerinde çalışan işçilerde görülen karakteristik siyah renkleşmeler gösterilmiştir (Nordbo ve ark.1982). Ağız gargaralarında kullanılan potasyum permanganat eflatun-siyah, gümüş nitrat ve bakır tuzları yeşil, (Waerhaug ve ark. 1984; Dayan ve ark. 1983) kalay florid ise altınımsı kahverengi renkleşmelere neden olmaktadır (Ellingsen ve ark. 1982a; Ellingsen ve ark. 1982b).

Bu sınıflandırmadaki problem; renkleşme mekanizmasını açıklamıyor olması, renkleşmenin yaygınlığının değişkenlik gösterebilmesi ve tüm metallerin dış renkleşmeye neden olmamasıdır. Bu sorunların çözümü için, Nathoo (1997) dental renkleşmelerin kimyasını esas alan yeni bir sınıflama önermiştir. Bu sınıflamada renkleşmeler; N1, N2 ve N3 tipte renkleşmeler olarak isimlendirilirler. N1 tipi renkleşmeye diş dış zarı sebep olmaktadır. Renk oluşturma kapasitesi tükürük bileşenlerinin mineye eğilimine bağlıdır ve bu olayda elektrostatik kuvvetler etkin rol

oyunmaktadırlar. Çünkü mine, tükürük proteinlerinin seçici adezyonuna izin verecek şekilde ‘negatif’ yüklüdür (Rotstein ve ark.1997). Çay, kahve, şarap gibi içecekler ve bazı yiyecekler diş yüzeylerinde direkt renk birikimine neden olabilmektedir. Bu durumda renkleşmenin rengi, ağıza alınan yiyeceğe benzer renktedir ki bu da N1 tip renkleşme mekanizmasına uymaktadır. Bu maddelerdeki kromojenler profinollerdir ve tanin olarak bilinmektedirler (Addy ve ark. 1985). Taninler çekimli çift bağlar oluşturarak renk değişimine neden olmakta ve diş yüzeyine iyon değişimi mekanizması ile bağlandıkları düşünülmektedir (Shannon ve ark.1993). Metaller de N1 tipte renkleşmelere neden olabilmektedir.

Diş dış zarına bağlandıktan sonra renk değiştiren pigmentli materyaller N2 tip renkleşmeye neden olmaktadır. İnterproksimal ya da gingival alanda sarımsı renkleşmeler, yaşla beraber kahverengi diş dış zarı oluşumunun artması N2 tip renkleşmeye örnektir. Renk değişimi daha fazla diş dış zarı birikimi veya diş dış zarı proteinlerinin kimyasal değişimi ile artmaktadır. N1 tip renkleşme zamanla N2 tip renkleşmeye dönüşebilmektedir. Ancak rengin yoğunlaşması veya renk değişikliği profenollerin hidroksil grupları ile metal katyonları arasındaki metal köprüleşme mekanizması ile oluşabilmektedir.

N3 tip boyama mekanizması ise renksiz materyallerin dişe tutunarak kimyasal reaksiyonlarla veya dönüşüm ile kromojen oluşturmalarıdır. Prekromojen veya renksiz materyal yukarıda bahsedildiği gibi birçok fiziksel etkileşimle tutunmaktadır. Kalay florid ile renkleşme, pelikül proteinlerinin sülfidril grupları ile kalay ve demir iyonları arasındaki redoks reaksiyonu sonucu oluşmakta ve N3 tip diş renkleşmesi olarak sınıflandırılmaktadır (Ellingsen ve ark. 1982b).

2.2.3. İnternalize Renkleşmeler

İnternalize renkleşmeler dişin gelişimini tamamlamasından sonra, dış kökenli renkleşmelerin dişin yapısına girmesiyle meydana gelmektedir (Titley ve ark. 1992). Bu tip renkleşmeler mine defektlerinde ve açığa çıkmış dentinin pürüzlü yüzeylerinde meydana gelmektedir (Watts ve Addy 2001). Mine ve dentinin içyapısına giren bu renkleşmeler, diyetle alınan bazı kromojenler ve tütün ürünleri gibi, dış kökenli renkleşmelere sebep olanlarla aynıdır. Kromojenik ürünlerin geçişine izin veren diş defektleri gelişimsel olabildiği gibi kazanılmış da olabilir.

2.2.3.1. Gelişimsel Defektler

Gelişimsel defektler diş yüzeyinden ışığın geçişini etkileyerek renk değişimine neden olurlar. Sürme sonrası mine porözitesinin artması veya mine defektlerinin varlığı dış kökenli renkleşmelerin mineye penetre olmasına neden olmaktadır. Kromojenler bu yolla dentine girebilmektedirler (Watts ve Addy 2001).

2.2.3.2. Kazanılmış Defektler

Dişlerde ve çevre dokularda meydana gelen hastalıklar, aşınma gibi sorunlar hayat boyu görülebilmekte ve direkt ya da indirekt olarak diş renkleşmesine neden olmaktadır (Watts ve Addy 2001).

- **Aşınmalar ve dişeti çekilmesi**

Dişin aşınması mine ve dentinin erozyon, abrazyon ve atrizyon sebebiyle kaybı olarak tanımlanabilir. Mine inceldikçe dentin rengi gözükmekte ve diş rengi koyulaşmaktadır. Dentin açığa çıktığında, kromojenlerin bu yapıya girmesi söz

konusudur. Fiziksel travmalar da mine kayıplarına ve çatlaklarına neden olmakta ve bunun sonucu renkleşme dişin yapısına girmektedir.

- **Diş çürükleri**

Diyetle alınan kromojenler çürük lezyonunun artmış porozitesi nedeni ile dentine ulaşarak renkleşmelere sebep olmaktadır. Sert, kronik lezyonlar dış kaynaklardan depoladığı renkler nedeniyle siyahlaşmışlardır (Thylstrup ve ark. 1995).

- **Restoratif materyaller**

Restoratif diş tedavilerinde kullanılan bazı materyaller diş rengini etkileyebilirler. Kanal tedavisinde kullanılan öjenol ve fenolik bileşikler dentini renklendiren pigmentler içermektedir. Yine kanal tedavisinde kullanılan poliantibiyotik patları kök dentininde renkleşmelere sebep olmaktadır. Amalgam restorasyonlar da dişlerde renkleşmeye neden olabilmektedir. Bu renkleşmelerin, amalgamdan ayrılan civanın dentin kanallarına girmesi ve sülfid iyonları ile reaksiyona girerek meydana geldiği düşünülmüştür. Ancak elektron mikroskobu çalışmaları, kalayın dentin kanallarına girerek renkleşmeye neden olduğunu ortaya koymaktadır (Parsons ve ark. 2001).

2.3. Diş Hekimliğinde Beyazlatma

Beyazlatma, diş renk veren organik pigmentasyonun bir kimyasal madde (hidrojen veya karbomit peroksit) yardımı ile okside edilerek dişin renginin açılması işlemi olarak tanımlanabilir.

2.3.1. Tarihçe

Diş hekimliği literatüründe beyazlatma ile ilgili bilgilere ilk olarak 1799 yılında rastlanmaktadır. Macintosh (1799) 'Bleaching Power' adı altında, klorit içeren beyazlatma ajanı kullanmıştır (Greenwall 2003; Haywood 1992). Dwinelle 1848'de cansız dişlerde beyazlatma işlemini klorid ile yapmıştır. Trumanen 1860 yılında bu yöntemi geliştirerek, devital dişlerin beyazlatılmasında daha etkili bir madde olan kalsiyum hidroklorit ve asetik asit çözeltisindeki klorürü kullanmıştır. Bunun sonucu olarak ilk ticari beyazlatıcı ürünün (Labarraque solüsyonu) üretimine başlanmıştır (Greenwall 2003; Haywood 1992). Latimer, oxalik asit kullanarak 1868 yılında ilk olarak vital dişlerde beyazlatma yapmıştır. 1877'de Chapple oxalik asidi hidroklorik asit ile 1878'de ise Taft kalsiyum hipoklorid ile birlikte kullanmıştır (Greenwall 2003; Haywood 1992). Diş beyazlatmasının estetik tedavi seçeneği olarak sunulması 1898 'de gerçekleşmiştir (Türker ve Bişkin 2003). Ofis tipi beyazlatma tekniğinin ilk denemeleri 1918 yılında Abbot tarafından hidrojen peroksit ve ısı oluşturan ışık kullanılarak yapılmıştır. 1987'de Feinman %30'luk hidrojen peroksiti ışık cihazı ile birlikte kullanmıştır. 1996 yılında beyazlatma için Reyto, lazer ışınını başarı ile uygulamıştır (Greenwall 2003). Bu teknikte, ev tipi tekniklere göre daha yüksek konsantrasyonlarda, %30 ile %35'lik hidrojen peroksit kullanıldığından hızlı beyazlatma etkisi sağlanmıştır, fakat dişlere ve diş etine zarar verme olasılığının daha yüksek olabileceği bildirilmiştir (Curtis ve ark. 1996; Mc Caslin ve ark. 1999; Ulu 2004).

Günümüzde kullanılan özel hazırlanmış kaşık içerisine yerleştirilen %10 karbomit peroksit ile ev tipi beyazlatma ilk defa 1960 'lı yılların sonlarında Klusmier tarafından uygulanmış ancak 1989 yılında Haywood tarafından yayınlanana kadar bu yöntem yaygınlaşmamıştır. Haywood bu yöntemi "gece plağıyla beyazlatma" olarak adlandırmıştır (Shwartz ve ark. 2006; Kihn ve ark. 2000).

2.3.2. Diş Beyazlatma Tedavisinde Kullanılan Ajanlar ve İçerikleri

Diş beyazlatma tedavisinde kullanılan ajanlar tablo 1 de sıralanmıştır.

Tablo 1 Diş Beyazlatma Tedavisinde Kullanılan Ajanların İçerikleri

• Hidrojen peroksit • Karbomit peroksit • Peroksit içermeyen maddeler • Kalınlaştırıcı ajanlar • Üre • Taşıyıcılar • Yüzey Nemlendiriciler • Koruyucular • Tatlandırıcılar
--

Hidrojen peroksit(H_2O_2), suda yüksek oranda çözünerek asidik bir çözelti oluşturan ve acı tadı olan renksiz bir sıvıdır. Hidrojen peroksitin düşük konsantrasyonları havada, yağmurda, su yüzeyinde, insan ve bitki dokularında, yiyecek içeceklerde ve bakterilerde bulunmaktadır (Scientific Committee on toxicity, ecotoxicity and the environment; 2001).

İnsan vücudunda nötrofiller ve karaciğer tarafından da sentezlenmektedir (Nathan 1987). hidrojen peroksitin parçalanması sonucu ortaya çıkan oksijen molekülleri dişlere penetre olarak pigment molekülleri parçalamakta ve beyazlatma işlemi gerçekleşmektedir (Eleanor ve Martyn 1987). Hidrojen peroksit birçok beyazlatma ürünüde değişik konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Eterdeki %25'lik

solüsyonu pirojen olarak adlandırılır ve nadir olarak kullanılmaktadır. Etere bağlı olması yüzey gerilimini düşürmektedir. Bu nedenle dentin tübüllerinin içine daha kolay penetre olup, daha etkin beyazlama sağlamaktadır. Yumuşak dokularla temasa girdiğinde yakıcı etki göstermektedir. Eterin bir diğer dezavantajı da mide bulantısına sebep olmasıdır. Bu yan etkilerinden dolayı bu kombinasyonun kullanımı yaygın değildir (Arın 2000).

Distile sudaki %30'luk hidrojen peroksit süperheksol olarak adlandırılmaktadır. Süperheksol ısı ve ışık tarafından parçalanma eğiliminde olduğundan koyu renkli şişelerde ve buzdolabında saklanmalıdır. Hardman ve ark. (1985) yaptıkları araştırmada bu solüsyonun buzdolabında saklansa bile, altı ay sonra beyazlatma etkisinin %50'sini kaybettiğini bildirmişlerdir. Süperheksol yakıcıdır ve doku ile temas ettiğinde yanık oluşturmaktadır. Deri ve oral dokular ile temas ettiğinde beyaz peteşiler ve ağrılı bir yanmaya neden olmaktadır. Hayvanlarda %30'luk hidrojen peroksitin uzun zaman kullanımı sonucu tümör oluşumu rapor edilmiştir. Fakat %3'lük hidrojen peroksitin ağız içinde uzun süre kullanımının güvenli olduğu bildirilmiştir (Andrew 2007; Arın 2000 Doktora Tezi). Ayrıca plak inhibisyonu sağladığı, supragingival mikrobial flora azalmasında avantajlı olduğu ve periodontal hastalıklarda terapötik etkisi bulunduğu gösterilmiştir (Greenwall 2003; Arın 2000).

Karbamit peroksit dişlerin beyazlatılması amacıyla üretilmiş sulu bir çözeltilidir. Karbamit peroksit jelleri diğer peroksit türevlerine benzer olarak kararlı bir yapıya sahip değildir (Basting ve ark. 2005). Uygulandıklarında doku ile temasta önce üre, amonyum, karbonik asit ve hidrojen peroksit açığa çıkar, daha sonra hidrojen peroksit, su ve oksijene ayrışır. Açığa çıkan oksijen oksidasyon ile renkleşmiş bölgelerin ağartılmasını sağlar (Gökay ve Müjdecı 1998; Gregus and Klassen 1995). Karbamit

peroksit ($\text{CH}_6\text{N}_2\text{O}_3$) farklı konsantrasyonlarda (%10, %16, %20, %22) kullanılmaktadır (Eleanor ve Martyn 1987; Bulut ve ark. 2006). Doku ve tükürük ile temas ettiğinde %10'luk karbomit peroksit, %3,5 hidrojen peroksit ve %6,5 üreye ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}_3$) parçalanır (Greenwall 2005). %20'lik karbomit peroksit ise %6 hidrojen peroksit ve %14 üreye ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}_3$) parçalanmaktadır. Karbomit peroksitin pH'ı 5 ile 6,5 civarındadır.(Greenwall 2003; Yurdukoru ve ark. 1998).

Hidrojen peroksit içermeyen diş beyazlatma ajanları aktif eleman olarak sodyum perborat içermektedir. Hidroksilit, sodyum klorit, oksijen ve sodyum florid ve diğer ham materyalleri içerdikleri de bildirilmiştir. Ayrıca karbomit peroksit içeren ajanların aksine hidrojen peroksit oluşumuna neden olmadan yeterli düzeyde serbest radikal oluşturarak beyazlatma işleminin gerçekleşmesini sağlamaktadırlar (Greenwall 2001).

Beyazlatma tedavisinde kullanılan ürünlere kalınlaştırıcı ajan olarak eklenen karboksipolimetilen (karbopol), bir poliakrilik asit polimeridir. Bu ürünlerin pH'larını düşürmek için karbopole nötrleştirici ajan olarak trolamin de eklenebilmektedir. Karbopol beyazlatma ürünlerinin viskozitelerini artırarak oksijen salımını yavaşlatmaktadır. Oksijen salımının yavaş olması ürünlerin daha uzun süre aktif kalmalarını sağlarken yüksek viskozite sayesinde jellerin taşıyıcılara ve dişlere adaptasyonu artmakta, tükürük tarafından hidrojen peroksitin etkinliğinin azalması da engellenmektedir (Greenwall 2001). Artmış vikoze tükürüğün hidrojen peroksit parçalayan etkisini önlüyor gibi görünmektedir ve Haywood'a göre bu durum daha etkili sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Mineye olan kısmi difüzyon mine ve dentin dokularına daha etkili bir şekilde etki ederek dişin beyazlamasına izin vermektedir (Greenwall 2001; Haywood 1992).

Üre insan vücudunda doğal olarak bulunmakta, tükürük bezlerinde üretilmekte, tükürükte ve dişeti oluğu sıvısında bulunmaktadır. Ürenin kendiliğinden ya da bakteriyel metabolizma sonucunda yıkılması ile amonyak ve karbondioksit oluşmaktadır. Hidrojen Peroksitin stabilizasyonunu sağlaması ve pH'ını arttırmasının yanı sıra antikaryojenik etkisi, tükürük stimülasyonu ve yara iyileşmesi üzerine etkileri nedeniyle beyazlatma tedavisinde kullanılan ürünlere üre eklenmektedir (Greenwall 2001).

Beyazlatma ürünleri gliserin veya glikol bazlıdır. Gliserin; beyazlatma ürünlerinin viskozitelerini arttırarak kullanımlarını kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte gliserin bazlı tüm beyazlatma ajanlarının dentini dehidrate edici etkisi olduğu bildirilmektedir. Birçok araştırmacı dişin translusent görünümünü kaybettiğini ve bunun sebebinin dehidratasyon olabileceği bildirilmektedir (Greenwall 2001). Glikol ise anhidroz bir gliserindir.

Beyazlatma ürünlerine eklenen yüzey nemlendiricileri sayesinde hidrojen peroksitin diş yüzeyine penetre olması kolaylaşmaktadır ve bu maddeleri içeren ürünlerin diğerlerine oranla daha etkili oldukları belirtilmektedir (Greenwall 2001).

Tüm beyazlatma ürünlerinde sitroksain, fosforik asit, sitrik asit veya sodyum stannat gibi koruyucular bulunmaktadır. Bu asidik koruyucular sayesinde hidrojen peroksitin parçalanmasını hızlandıran demir, bakır, magnezyum gibi metallerin ürünleri etkilemesi engellenerek jellerin stabilizasyonu sağlanmaktadır. Bu nedenle orta seviyede asidik pH'ları vardır (Greenwall 2001)

Beyazlatma ürünlerine eklenen tatlandırıcılar ise seçeneğe bağlı olarak ve hastanın ürünü kabul edebilmesini arttırmak için kullanılmaktadır (Greenwall 2001).

2.3.3. Beyazlatma Mekanizması

Diş hekimliğinde beyazlatma işlemi, peroksitlerin çeşitli formlarının kullanılması ile yapılmaktadır ve temeli oksidasyon-redüksiyon reaksiyonuna (redoks) dayanmaktadır. Redoks reaksiyonunda; okside edici ajanın (HP) çiftleşmemiş elektronlara sahip serbest radikalleri vardır ve bunları vererek indirgenir, indirgeyici ajan (beyazlatılan madde) ise elektronları kabul ederek okside olur (yükseltgenir) (Goldstein ve Garber 1995). Beyazlatma ajanı olan hidrojen peroksidin parçalanması sonucunda oluşan oksijen serbest radikal olup, düşük molekül ağırlığından dolayı minenin interprizmatik aralıklarına difüze olur ve büyük organik moleküllerden kopardığı küçük molekülleri, efervesan (köpürme) özelliği sayesinde yüzeye taşır. Bu radikaller diş minesinde inorganik tuzlar arasında, renkleşmeye neden olan organik moleküller ile reaksiyona girer. Buna bağlı olarak ışığı daha az yansıtan basit moleküller oluşur ve başarılı bir beyazlatma sağlanmış olur. Örneğin, sarı renkleşmelere neden olan karbon halkalı bileşikler açılarak, çoğunlukla renksiz olan hidroksil gruplarına dönüşür (Arın 2000; Greenwall 2003).

Beyazlatma işlemi devam ederken, sadece hidrofilik renksiz yapının var olduğu bir noktaya ulaşılır. Bu materyalin doyma noktasıdır. Beyazlanmanın yavaşladığı bu noktadan sonra işleme devam edilirse, proteinlerin veya diğer karbon içeren materyallerin karbon omurgaları kırılır ve hidroksil grupları olan bileşikler, daha küçük komponentlerine ayrılırlar. Mine kaybı hızlanır ve kalan materyal hızla karbondioksit (CO_2) ve suya (H_2O) dönüşür (Albers 1991).

Beyazlatma işleminin son noktası diğer oksidasyon reaksiyonlarında olduğu gibi minenin kaybıyla sonuçlanmaktadır. Diş hekimleri için en önemli nokta, beyazlatma işleminin doyma noktasından önce durdurulması gerekliliğidir. Bu noktadan sonra daha

fazla beyazlama etkisi elde edilemeyeceği gibi diş yüzeylerinden madde kaybı başlayacaktır (Feinman ve ark. 1987).

2.3.4. Beyazlatma Yöntemleri

Renklenmiş dişlere kimyasal ajanlar uygulanması ile dişlerin iç yüzeylerindeki organik pigmentlerin okside edilerek diş renginin açılmasına beyazlatma işlemi adı verilmektedir. Günümüzde hastaların kendi kendine uygulayabildikleri beyazlatıcı diş macunları, bantlar ve jeller veya diş hekimi tarafından uygulanan beyazlatıcı ajanlar olmak üzere birçok diş beyazlatma yöntemi mevcuttur. Beyazlatma tedavileri vital ve devital dişlerde uygulanmalarına göre iki gruba ayrılabilirler gibi klinikte ve klinik dışında uygulananlar olarak da sınıflandırılmaktadır (Heymann 2002). Birçok beyazlatma yönteminde, hidrojen peroksit ve türevleri, farklı konsantrasyonlarda ve farklı uygulama teknikleri ile kullanılmaktadır.

2.3.4.1. Vital Dişlerde Beyazlatma Tedavileri

Canlı dişleri beyazlatma ‘in-office bleaching’(muayenehanede beyazlatma) ve ‘home-bleaching’ (evde beyazlatma) adı verilen tekniklerle uygulanmaktadır. Bu teknikler ayrı ayrı uygulanabilecekleri gibi birbirleriyle kombine olarak da uygulanabilmektedirler. 1918 yılında Abbot günümüzde kliniklerde kullanılan ve “power bleaching” adı verilen vital diş beyazlatma tedavilerinin öncülüğünü yapan, süperheksolün yüksek yoğunluktaki ışık kaynağı kullanılarak aktive edilmesini tanıtmıştır (Zaragoza 1984). Işık kaynağı kullanılarak elde edilen ısı, kimyasal bir reaksiyon olan beyazlatma işleminin hızını arttırmaktadır. Bu yöntemde kullanılan

beyazlatıcı ajan % 35'lik hidrojen peroksittir. Tahriş edici etkisi nedeniyle diş etleri, dudaklar ve çevre yumuşak dokular korunmalı, dişler “rubber-dam” ile izole edilmelidir. Bu tedavi yöntemi, sert ve yumuşak dokularda yüksek ısı artışına neden olduğu için daha fazla oranda diş duyarlılığı gözlenmektedir (Bowles ve Thompson 1986; Bowles ve Ugwuneri 1987; Tavares ve ark. 2003; Nathanson 1997).

Isı oluşturmayan, daha hızlı ve güvenilir ışık kaynaklarının kullanılmaya başlaması ile kliniklerde kullanılan beyazlatma tedavileri daha güncel hale gelmiştir. Günümüzde kliniklerde kullanılan beyazlatma sistemlerinin birçoğunda peroksitler bir enerji kaynağı ile aktive edilmektedir. Bu amaçla ısı, argon ve karbondioksit lazerler, plazma ark lambaları, kuvartz halojen lambalar ve infrared lambalar kullanılabilmektedir (Blankenau ve ark. 1999).

Ofis tipi beyazlatma yönteminde ışığın kullanım gerekliliği tartışma yaratmıştır. Bazı çalışmalar beyazlatma prosedürünün etkinliğini ve hızını arttırdığını söylerken, diğerleri gözle görülür bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir (Tavares ve ark. 2003; Luk ve ark. 2004; Ontiveros ve Paravina 2009). Beyazlatmada lazerlerin kullanımı ile ilgili çalışmalar yapılmış ve beyazlatma ajanının hız ve etkisini arttırmada etkili olduğu rapor edilmiştir (Lin ve ark. 2008). Diğer taraftan bazı ışık kaynaklarının, in vitro modellerde yapılan beyazlatma işlemleri sırasında pulpada önemli ısı değişimlerine yol açtığı bildirilmiştir (Eldeniz ve ark. 2005; Baik ve ark. 2001). Zach ve Cohen (1965) pulpal ısının 5.5 C° yi geçtiği maymun dişlerinin % 15 inde kalıcı pulpa zararın gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Bu artış duyarlılığa ve hatta nekroza sebep olabilmektedir. Aynı zamanda ışık kaynağının beyazlatma prosesinin kimyasal redoks reaksiyonunu hızlandırma etkisi olduğu öne sürülmüştür (Sun 2000).

Bu tekniğin avantajı; diş hekimi kontrolünde uygulanması, yumuşak dokuların korunması ve dişleri daha hızlı beyazlatmasıdır. Dezavantajları ise; maliyeti, sonucunun ve tedavi süresinin öngörülememesidir. Dikkat edilmesi gereken; yumuşak dokuyu korumak, “rubber-dam” uygulamasında oluşabilecek rahatsızlık durumunu engellemek ve uygulama sonrası hassasiyeti önlemektir (Bowles ve Thompson 1986; Tavares ve ark. 2003).

Günümüzde, evde uygulanan beyazlatma ürünleri %10 ile %22 arasında değişen konsantrasyona sahip karbomit peroksit içermektedir. Profesyonel olarak hekim tarafından uygulanan diş beyazlatma ürünlerinde %15 ile %43 oranları arasında değişen, karbomit peroksit içeren jeller uygulanmaktadır (Bulut ve ark. 2006; Çömelek 2005; Ersöz ve Özyurt 1998; Miles ve ark. 1984). Günümüze kadar birçok değişime uğramasına karşın bu yöntemin temeli %10 karbomit peroksit içeren beyazlatıcı ajanların geleneksel taşıyıcılar içerisinde 6-8 saat arasında değişen sürelerde 2-6 hafta kullanılmasına dayanmaktadır (Haywood 1992) Tercih edilen bir tekniktir ve başarı oranları klinik görsel değerlendirmelere dayanarak tetrasiklin renkleşmesi olmayan dişlerde % 98, tetrasiklin renkleşmesi olan dişlerde ise % 86 olarak rapor edilmiştir (Leonard 2001) Ev tipi beyazlatma yöntemleri üç nesile ayrılmaktadır (Greenwall 2003).

(1). Birinci nesil beyazlatıcı ajanlar sıvı haldedir. Sıvı, beyazlatma plağının içinde uzun zaman kalamayıp akmaktadır. Etkili bir beyazlatma için, plak içindeki beyazlatıcı ajanı yenilemek gerekmektedir.

(2). İkinci nesil beyazlatıcı ajanlar jel formundadır ve farklı konsantrasyonlar şeklinde sunulmaktadır. Jel kıvamında olması, materyalin plaktan akmasını engellemektedir. Yumuşak dokulara temas ettiğinde zararlı etkileri görülebilmektedir.

(3). Üçüncü nesil beyazlatma materyalleri diğerlerinden farkı olarak renklidir. Renkli olması daha kolay kullanım ve korunma sağlamaktadır.

Bu uygulamanın avantajları; düşük konsantrasyonda karbomit peroksit kullanımı, uygulama kolaylığı, minimum yan etki ve düşük maliyettir. Ancak son yıllarda evde beyazlatma uygulamaları kapsamında %35'lere varan konsantrasyonlarda karbomit peroksit piyasaya sürülmüştür. Dezavantajları; uygulamanın hastanın inisiyatifine bırakılması, tedavi süresinin uzaması ve aşırı kullanımda doku hasarına neden olması olasılığıdır (Haywood 1992).

Uzun uygulama süresine rağmen ofis tipi beyazlatma işlemlerinde elde edilenlere benzer sonuçlar elde edilebilmektedir (Matis ve ark. 2000;Leonard ve ark. 1998). Leonardo ve ark. (1998) %5, 10 ve 16 karbomit peroksit içeren jellerin beyazlatma etkisini araştırdığı çalışmasında %16 karbomit peroksitin başlangıçta daha hızlı ve etkin olduğunu görmüş, fakat uygulama süresi uzatıldığında %5 karbomit peroksit'in daha yüksek konsantrasyonlara ulaştığını belirtmiştir. Ev tipi beyazlatma yönteminin kullanıldığı diğer bir çalışmada, Kihn ve ark. (2000) 2 haftalık kullanım sonrası %15 karbomit peroksit'in, %10 karbomit peroksit ye göre daha etkili beyazlatma sağladığını göstermişlerdir. Bu çalışma Matis ve ark. (2000) nın çalışmasıyla da doğrulanmıştır. Fakat, daha sonraki bir çalışmada, uygulama süresinin 6 haftaya çıkarılmasıyla beyazlatma etkinliğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığını belirtilmiştir. (Matis ve ark. 2002). Braun ve ark. (2007) yaptığı in vivo çalışmada ise % 17 karbomit peroksit'in başlangıçta % 10 karbomit peroksit ye göre daha hızlı etki gösterdiği fakat 1 hafta boyunca düzenli günlük kullanımdan sonra, düşük ve yüksek konsantrasyondaki iki ajanın da beyazlatma etkilerinin benzer olduğu

ortaya konulmuştur ve bu sebeple düşük konsantrasyonlu beyazlatma ajanının diş duyarlılığına daha az sebebiyet verdiği için tercih edilmesi gerektiği öne sürülmüştür.

Suliman ve ark. (2006) beyazlatma etkisinin daha çok karbomit peroksit konsantrasyonuna ve uygulama süresine bağlı olduğunu belirtmiş ve daha yüksek konsantrasyon karbomit peroksit içeren beyazlatma ajanlarının daha kısa zamanda beyazlatma etkisi göstereceğini bildirmiştir. Bu dişin sert dokularına daha hızlı penetrasyonun gerçekleşmesi ve daha fazla okside edici ajanların hızlı bir şekilde bu sert dokulara göç etmesiyle açıklanmıştır (Hanks ve ark. 1993). Aynı gözlem in vivo olarak gerçekleştirilmiştir. 2 hafta sonunda %15 karbomit peroksit içeren jelin beyazlatma etkisi % 10 karbomit peroksit içeren jele göre üstün bulunmuş fakat tedavi bitiminden 4 hafta sonunda beyazlatma etkinliğinde, ulaşılan sonuçta bir farklılık gözlemlenmemiştir (Kihn ve ark. 2000; Matis ve ark. 2000).

Son yıllarda hekimler tarafından uygulanan beyazlatma tedavilerine alternatif olarak birçok “Over The Counter” (OTC) ürünü piyasaya sunulmuştur. Bu sistemlerde beyazlatıcı malzemeler çiklet, diş macunu ve vernik gibi ürünler içerisinde yer alarak dişler üzerine uygulanabilmektedirler. Eczanede ve marketlerde hastaların kolaylıkla ulaşabileceği bu ürünler ile ilgili yapılan çalışmalar bazılarının oldukça etkin olduğunu göstermiştir (Gerlach ve Barker 2003; Barlow ve ark. 2003). Bu beyazlatma sisteminde; esnek polieten bantlar, yüzeylerinde homojen olarak dağılmış 150-200 mg kadar beyazlatıcı jelle kaplıdırlar. hidrojen peroksit konsantrasyonu %5,3 ile %6,5 arasında değişmektedir. Hastalar bu sistemi 14 gün boyunca günde 2 kez 30 dakikalık sürelerle kullanmaktadırlar. Bu bantların avantajları, taşıyıcı fabrikasyonuna gerek olmaksızın direkt olarak kullanıcının dişlerine adapte olması ve belirli bir miktar jelle yüklendiklerinden uygun bir doz ve homojen bir uygulama sağlamalarıdır. Tek

kullanımlık olmaları nedeniyle de temizleme ve saklama koşullarına dikkat edilmesine gerek kalmamaktadır.

Bu bantların, ön dişlerinde şekil bozuklukları veya çapraşıklıkları olan hastalarda, kullanımları sınırlıdır. Bu dezavantajının yanında hasta tarafından kullanımlarının hekim tarafından kontrol edilememesi ve aşırıya kaçan kullanımların hastanın dişlerine ve yumuşak dokularına zarar verebilmesidir. Bu bantların bilinçsiz fazla kullanımında dişlerin labial yüzeylerinde erozyonlar, minenin çözülmesi ve diş anatomisinin bozulması gibi yan etkileri rapor edilmiştir (Cubben ve Ore 1991).

Dietschi ve Benbachir (2010) yaptıkları çalışmada ev tipi ve OTC beyazlatma ajanlarının etkinliğini kolorimetrik değerlendirmeye karşılaştırmışlar ve yaptıkları in vitro çalışmada uygulanan ev tipi beyazlatma sistemlerinin diğer tarafta kullanılan OTC ürünün markasından ve konsantrasyonundan bağımsız olarak hem mine hem de dentinde daha hızlı ve etkili beyazlatma meydana getirdiğini belirtmişlerdir.

2.3.4.2. Devital Diş Beyazlatma Yöntemleri

Devital diş beyazlatma yöntemlerinin başlıca endikasyonu kök-kanal tedavisi görmüş dişlerin beyazlatılmasıdır. Devital dişlerde görülen renk değişimin sebebi kök kanal tedavisinden önce travma nedeni ile meydana gelen kanamanın dentine geçişi olabildiği gibi, kök kanal tedavisi sırasında bırakılan artık pulpa dokularının veya kullanılan restoratif materyallerin ve simanların renklenmesi olabilmektedir (Sorenson ve Martinoff 1984).

Devital beyazlatma yöntemleri arasında klinikte kullanılan “termokatalitik yöntem” ve “walking bleach” yöntemleri bulunmaktadır (Heymann 2002).

Termokatalitik yöntemde % 35'lik hidrojen peroksitin pulpa odasına uygulanmasından sonra oksidasyonu hızlandırmak için bir ısı kaynağından faydalanılır. Son yıllarda kullanılan ve “walking bleach” adı verilen bir başka yöntemde ise ısı kaynağına ihtiyaç duyulmadan % 35'lik hidrojen peroksit patları ve jelleri kullanılmaktadır. Üç ile beş gün pulpa odasında bırakılan beyazlatma ajanları ile istenilen beyazlık elde edilene kadar 1-3 seans tedaviye devam edilmektedir (Camps ve ark. 2007). İdeal uygulama süresinin genç hastalar için 33 saat, yaşlı hastalar içinse 18 saattir (Camps ve ark. 2007; Zimmerli ve ark. 2010).

Yapılan birçok in vitro çalışmanın sonucunda sodyum perboratın sudaki halinin, sodyum perboratın %3 ve %30 hidrojen peroksit içindeki halinin ve %10 karbomit peroksitin devital dişlerin beyazlatılmasında etkili olduğu ortaya konulmuştur. Fakat burada yapılan çalışmaların laboratuvar koşullarında gerçekleştirildiği ve klinik uygulamalarda farklı sonuçların elde edilebileceği göz önünde bulundurulmalıdır (Dahl ve Pallesen 2003).

Devital diş beyazlatma işlemi sırasında yapılan kanal dolgusunun üzerine örtücü bir kaide doğru bir şekilde yerleştirilmezse beyazlatma ajanı periodontal aralığa veya kanal boşluğuna sızabilmekte, bu da kök rezorpsiyonuna neden olabilen inflamasyonlara sebep olabilmektedir (De Oliviera ve ark. 2003). Aynı zamanda genel öneri devital beyazlatma ajanının periodontal dokulara zarar verebilmesinden ve bunun kök rezorpsiyonuna sebep olabilmesinden dolayı termokatalitik yöntemde uygulandığı gibi ısı vererek uygulanmasından kaçılmasıdır (Friedman 1997, Attin ve ark. 2003). Servikal rezorpsiyonların nedenleri daha çok yüksek konsantrasyonlu beyazlatma ajanları, travma ve ısı uygulaması (termokatalitik yöntem) olmuştur (Heitersay ve ark 1994, Friedman 1997, Attin ve ark 2003). Kanal dolgusunun bir kaideyle örtülmesi

önerilmiş, örneğin% 30 hidrojen peroksitin örtücü kaide üzerine uygulandığı bir çalışmanın 20 yıllık takibinde kök rezorpsiyonuna rastlanılmamıştır (Dietschi 2006).

2.3.5. Beyazlatma Ajanlarının Yan Etkileri

2.3.5.1. Gingival İrritasyon

Beyazlatma sırasında, taşıyıcıların neden olduğu mekanik irritasyon ile beyazlatma ajanlarının dokularda meydana getirdiği kimyasal zararlar olabileceği bilinmektedir (Van der Burgt ve ark. 1990). %10 karbamit peroksitin ev tipi beyazlatma yöntemi kullanılarak uygulandığı klinik araştırmalarda hastaların %25-40' ında gingival irritasyon görülmektedir (Leonard ve ark. 1997; Tam, 1999). Sterrett ve ark. (1995) 14 gün boyunca uygulanan %10 karbamit peroksitin gingival sıvı akışını, sondalama derinliğini, gingival çekilmeyi, kanama indeksini ve plak indeksini değiştirmediğini göstermişlerdir. Curtis ve ark. (1996) 2 hafta boyunca günde 8 saat % 10 karbamit peroksit kullanan hastaların yumuşak dokularını incelemişlerdir. Loe ve Silness plak ve gingival indeks, nonmarjinal gingival indeks ve nongingival oral mukozal indeks sonuçları hiçbir yumuşak doku irritasyonu olmadığını göstermiştir.

Yüksek konsantrasyonda hidrojen peroksitin (%30-35) mukoz membranlara kostik etki yapabileceği ve dişetinde yanıklara ve beyazlamalara sebep olabileceği bildirilmiştir. Hayvan deneylerinde, dişetinin % 1 hidrojen peroksit ile 6 saatten 48 saate uzanan teması sonucu subepiteyal bağlayıcı dokuda epitelyal hasarın ve akut enflamasyonun olduğu bilinmektedir (Martin ve ark. 1968). Hidrojen Peroksitin % 35 gibi yüksek konsantrasyonlarının yumuşak dokuda hasara gingival irritasyona sebep olmakta, etkilediği alanda beyaz bir lezyonla beliren değişimin ise kısa sürede ortadan

kalkmakta ve kalıcı bir hasar oluşturmamaktadır. Bu etkilerin görülmesi durumunda hasta bilgilendirilmeli ve tedavi mutlaka gingival bariyer kullanılarak tamamlanmalıdır (Greenwall 2001).

2.3.5.2. Pulpadaki Değişimler

% 10 karbamit peroksit içeren iki farklı beyazlatma ajanının kullanıldığı bir çalışmada, 64 hastanın % 55'i diş duyarlılığından ve gingival iritasyondan şikayet etmiş ve hastaların % 20 si bu yan etkilerden dolayı tedaviyi yarım bırakmıştır.(Leonard ve ark. 1997). Cohen (1979) dişlerinde tetrasiklin renklenmesi bulunan 6 çocukta hidrojen peroksit ve ısı ile her bir seansı 30 dakika süren tedaviler yapmış, tedavi süresince pulpa vitalitelerinde hiçbir değişim gözlememiştir.

Yapılan birçok çalışmanın sonucunda %10 karbamit peroksit ile ev tipi beyazlatma uygulanan hastaların %25'den % 65'e artmış diş duyarlılığı bildirilmiştir (Haywood ve ark. 1994, Schulte ve ark. 1994, Leonard ve ark 1997, Tam,1999) Bu oranlar ofis tipi beyazlatma ile ısının kombine olarak kullanıldığı tedavilerde daha yüksektir (%67 ile %78 arası) (Cohen 1979).

Glickman ve ark. (1992) ve Gökay ve ark. (2005) beyazlatma materyallerinin mine ve dentine penetre olarak pulpaya ulaşabildiklerini kanıtlamışlardır. Histolojik olarak insan pulpası % 10 karbamit peroksit ile lokalize, hafiften orta düzeye kadar inflamasyonla cevap vermektedir (Kwong ve ark. 1993). Schulte ve Ark. (1994) % 10 karbamit peroksit ile 4 hafta boyunca tedavi edilen 28 hastanın pulpal sağlıklarını incelemişlerdir. Çalışmada dijital pulpa testleri kullanılmış, deney ve kontrol grubunun pulpal cevapları arasında istatistiksel farklılıklar bulunmamıştır. 28 hafta sonunda 4 hasta duyarlılık nedeniyle tedavilerini yarıda bırakmış fakat duyarlılık, tedavilerin kesilmesinden sonra ortadan kalkmıştır

Beyazlatma işlemi uygulanmadan diş duyarlılığı hikâyesi olan hastaların bu işlem sonrası diş duyarlılığına maruz kalma riski daha yüksek olduğu için tedaviye karar verilmeden önce mevcut durumun değerlendirilmesi önerilmiştir. Pulpal dokular vital beyazlatma yöntemlerinden etkilenmekte fakat bu etkiler geri dönebilmektedir (Thomas 1994).

Diş duyarlılığının giderilmesinde, florid içeren solusyon/birleşenlerin, oksalatların, potasyum nitratların, potasyum kloritlerin veya stronsiyum kloritlerin (Sulieman 2005b), ve amorf kalsiyum fosfatların (Geiger ve ark. 2003) kullanılması önemlidir.

Giniger ve ark. (2005) % 16 karbomit peroksit içeren beyazlatma ajanına eklenen amorf kalsiyum fosfatın (ACP) beyazlatma etkinliğini değiştirmeden, tedavi süresince ve sonrasında diş duyarlılığı azalttığını bildirmişlerdir. Aynı zamanda potasyum nitrat ve sodyum florit içeren beyazlatma ajanlarının beyazlatma süresince oluşabilecek diş duyarlılığını azalttığı bildirilmiştir (Browning ve ark. 2004). Fakat Attin ve ark. (2007) yaptığı çalışmanın sonuçlarına göre amin florid içeren bir beyazlatma ajanının mineye uygulanması sonrasında minenin florid alımı, beyazlatma uygulamasından sonra mineye uygulanan saf asidik amin florid jeline göre sınırlıdır. Bu nedenle florid içeren beyazlatma ajanı kullanımı yerine, beyazlatma işlemi bitiminde florid uygulaması önerilmiştir.

2.3.5.3. Diş Beyazlatma Tedavisinin Diş Sert Dokusu Üzerine Etkileri

Beyazlatma işleminin mine ve dentin üzerine etkilerini ortaya koyan birçok çalışma bulunmaktadır. Önceki çalışmalar %10 karbomit peroksit içeren beyazlatma ajanının minenin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde oluşturduğu yan etkileri farklı

metodlar kullanarak araştırmışlardır. Bunlar SEM analizi (Haywood ve ark. 1990), profilometre analizi (Mc Guckin ve ark. 1992), mikro sertlik ve aşınma direnci testleri (Seghi ve Denry 1992), kalsiyum kaybının ölçümü (Mc Cracken ve ark. 1996) ve infrared absorpsiyon spektroskopisidir (Oltu ve Gürgen 2000). Minenin mineral içeriğinin araştırılması için birçok farklı teknik bulunmasına rağmen, beyazlatma ajanlarının olası demineralizasyon etkisini araştırmak için mikro sertlik testleri en çok tercih edilen metod olmuştur. Fakat bu metodun mine örneklerini deforme edici etkisi vardır. Bu sebeple aynı etkiyi oluşturmadığı ve örnekler üzerinde yıkıcı etkisi olmadığı için Efeoğlu ve ark. (2005) mikrokompüterize tomografi ölçüm metodu kullandıkları çalışmalarında %10 karbomit peroksit içeren beyazlatma ajanının 2 hafta boyunca mine yüzeyine uygulanması sonucu yüzeyden 50 µm derinlikte demineralizasyon gözlemlenmiştir. Ruse ve ark (1990) %35 hidrojen peroksitin minenin kimyasal kompozisyonunda bir değişime neden olmadığını bildirmişlerdir. Buna karşın Rotstein ve ark (1996) %35 hidrojen peroksitin hem minenin hem de dentinin kalsiyum/fosfat oranını belirgin bir şekilde düşürdüğünü göstermişlerdir. Fourier Dönüşüm Kızılötesi Spektroskopisi kullanarak yapılan çalışmalarda ise %35 H₂O₂ in minede yapısal değişime neden olduğunu, dentinde ise anlamlı bir değişime sebep olmadığını bildirilmiştir (Dogan ve ark. 2005). Karbomit peroksit ve hidrojen peroksit kullanılarak yapılan karşılaştırmalı çalışmalarda, minenin ve dentinin kalsiyum/fosfat oranının anlamlı olarak düştüğü bildirilmektedir (Rotstein ve ark 1996). Hem %10 karbomit peroksitin, hem de %30 hidrojen peroksitin kullanımının minedeki kalsiyum oranını düşürdüğünü gösteren birçok çalışma mevcuttur (Attin ve ark. 2003; Hosoya ve ark .2003; Mc Guckin ve ark. 1992).

%10 karbomit peroksit ile beyazlatma uygulanan dişlerde, beyazlatma işlemi uygulanmayan mineye göre hızlı bir kalsiyum kaybı gözlemlense de bu kaybedilen miktar,

kolalı içeceklere 2-5 dakika maruz kalan minedeki kalsiyum kaybına eşittir (Mc Craken ve ark. 1996). %10 karbomit peroksit ile beyazlatma sonrası, minenin kalsiyum kaybı 1mg/mm^2 dir. Bu kayıp miktarının klinik olarak önemsiz olduğunu bildirilmektedir (Mc Cracken ve ark. 1996). Aynı şekilde Rodrigues ve arkadaşları (2001) da %10'luk karbomit peroksit uygulamasının mineden kalsiyum kaybına neden olduğunu, fakat bu kaybın anlamlı olmadığını bildirmişlerdir.

Beyazlatma sonrası minenin yalnızca inorganik değil, organik içeriğinde de değişiklikler oluşabilmektedir (Hedegüs ve ark. 1999). Oltu ve Gürkan (2000) infrared spektroskopik analiz metoduyla yaptıkları çalışmalarında % 35 karbomit peroksidin günde 30 dk süreyle 4 gün boyunca uygulandığı durumda minenin organik içeriğinin etkilendiğini, ancak daha düşük konsantrasyonlarda (%10 ve %16) bir değişime rastlanmadığını bildirmişlerdir.

Dentin inorganik yapısı üzerindeki değişimleri araştırmak amacıyla Altınöz ve ark. (2002) yaptıkları araştırmada, devital dişlerde kullanılan hidrojen peroksit içerikli beyazlatma ajanının etkisi infrared spektrometre ile incelemişlerdir. Beyazlatma ajanı olarak %35'lik hidrojen peroksit ve sodyum perborat içeren Starbrite (Starbrite Inc, USA) non-vital beyazlatma preparatı kullanılmıştır. İnfrared spektrometre analizi sonucuna göre yapılan karşılaştırmada, dentinin inorganik yapısını oluşturan hidroksiapatit kristallerinin ölçüm grafiklerinde referans noktalarına göre hafif değişimler görülmüştür. Fakat bu değişimin hidroksiapatit yapının içeriğinde kimyasal değişmeye yol açmadığı bildirilmiştir.

%30 hidrojen peroksit e bir saat kadar maruz kalan dentinde, intertübüler alanda yüzey farklılaşmaları, sertlikte azalma ve Young modülünde düşme görülmüştür. Bunun sebebi ise intertübüler dentinin organik içerik olarak peritübüler dentinden ağırlıkça

%20 daha fazla olması ve bu organik içeriğin kolayca okside olabilmesi ve mineral içeriğinin kaybolmasıdır (Chng ve ark. 2005). Beyazlatma sonrası dentinin kimyasal kompozisyonundaki değişim dentinin organik içeriğindeki azalmadan dolayıdır (Rotstein ve ark. 1992). Beyazlatma tedavisiyle, dentinin yüzey morfolojisi (Titley ve ark. 1988a) ve kimyasal kompozisyonu değişmekte (Rotstein ve ark. 1996), geçirgenliği artmakta, (Heling ve ark. 1995), eksternal kök rezorpsiyonu meydana gelebilmektedir (Harrington ve ark. 1979; Madison ve ark. 1990).

Çalışmalarda, beyazlatma işlemlerini takiben yüzey morfolojisinde değişim, azalan mikrosertlik değerleri ve dental sert dokunun kaybını rapor edilmiştir (Shannon ve ark. 1993, Ben Amar ve ark. 1995). %10 karbomit peroksit içeren beyazlatma ajanı uygulaması sonrası minenin kalsiyum miktarındaki düşüşe, mikro sertlik değerlerindeki düşüş de eşlik etmektedir (Potocnik ve ark. 2000; Smidt ve ark. 1998; McCracken ve Haywood 1996). Beyazlatma ajanlarının, minenin yüzey sertliğini azaltması, kalsiyum kaybı ve yüzey özelliklerini değiştirmesi gibi etkileri in situ ve in vitro çalışmalarda farklı sonuçlar vermektedir.

Pinheiro ve ark. (1996) ise %16 karbomit peroksit içeren beyazlatma ajanının, %10 karbomit peroksit içeriği olan 3 farklı beyazlatma ajanı ile karşılaştırdıklarında %16 karbomit peroksit içeren ajanın diğer ajanlara göre mine mikro sertliğini daha fazla azalttığını göstermişlerdir. Yazarlara göre yüksek konsantrasyonda karbomit peroksit içeren ajanlar diş yapısında daha fazla değişikliğe yol açmaktadır %10 karbomit peroksit içeren beyazlatma ajanları yüksek konsantrasyonlularındaki kadar olmasa da mine mikro sertliğinde azalmaya sebep olabilmektedir (Faraoni ve ark. 2007). Pinheirojunior ve ark.(1996) farklı marka ve konsantrasyonlardaki karbomit peroksit uygulamalarının minenin mikro sertliğine etkisini incelemişler ve artan konsantrasyona

bağlı olarak mine mikro sertliğinin düştüğünü bildirmişlerdir. Attin ve ark. (1997) yine kullanılan beyazlatma ajanına bağlı olarak minenin yüzey sertliğinin farklı miktarlarda azaldığını belirtmişlerdir.

Kullanılan beyazlatma ajanının konsantrasyonunun yanı sıra bu ajanın uygulama süresi ve şeklide de minenin sertlik değerine etki edebilmektedir (Akal ve ark.2001; Cimilli ve Pameijer 2001). Farklı ev tipi ve OTC beyazlatma sistemlerinin kullanımından sonra minenin elastik modülü ve mikro sertliği önemli derecede azalttığı rapor edilmiştir (Azer ve ark 2009). Ancak, bir çok çalışmada bunun tersine bulgular da elde edilmiş ve beyazlatma sonrası mine sertlik değerlerinin değişmediği bildirmiştir (Seghi ve Denry 1992; Shannon. ve ark. 1993, Murchison ve ark 1992). Beyazlatma ajanlarına ilave edilen karpobol ve gliserin gibi bileşikler de, minenin mikro sertliğini etkileyebilmektedir (Basting ve ark. 2005).

Attin ve ark (1997) %10 karbomit peroksit ile beyazlatma/remineralizasyon siklusları sonucunda, minenin sertliğinin azaldığı ancak minenin mineralizasyon kapasitesinin arttırıldığını ve florid uygulamaları ile mine yüzey mikro sertliğinin başlangıçtaki düzeyine döndüğünü bildirmişlerdir. Minenin beyazlatma ajanı uygulama sonrası azalan mikro sertliği, kısa zamanda mineralizasyon periyoduyla başlangıç değerlerine dönebilmektedir. Rodrigues ve ark. (2001) %10 karbomit peroksit içeren beyazlatma ajanının uygulaması esnasında farklı zaman aralıklarında mine mikro sertlik değerlerinde düşüşler kaydetmişler, fakat işlemten 42 sonra bu değerlerde artış olduğunu bildirmişlerdir. Beyazlatma sonrası yerel florid uygulaması mineral kaybını önemli derecede azaltmaktadır (Bizhang ve ark. 2006). Mine mikro sertliği ev tipi uygulamalarından çok ofis tipi uygulamalarda yüksek konsantrasyonlu karbomit peroksit kullanımına bağlı olarak azalmış fakat çeşitli florid uygulamalarından sonra

başlangıç sertlik değerlerine geri dönmüştür (Oshiro ve ark. 2007; Ulukapi 2007). Attin ve ark. (1997) beyazlatma yapılmış sığır mine örneklerini yapay tükürük ve NaF uygulamasına tabii tutmuş ve numunelerin yüzey sertlik değerlerini araştırmıştır. Yüzey sertlik değerinde en düşük azalma gösteren grup NaF uygulanan gruplarda bulunmuştur.

Araştırma şartları da bu çelişkili bulguların elde edilmesinde rol oynayabilmektedir. Justino ve ark. (2004) %10 karbomit peroksidin minenin mikro sertliği, kalsiyum kaybı ve yüzey morfolojisine etkilerini in-vitro ve in-situ örnekler kullanarak incelemişlerdir. İn-situ örneklerin mikro sertliklerinin beyazlatma uygulanmayan kontrol grubu örnekleri ile benzerlik gösterdiğini, in-vitro örneklerin kalsiyum kaybının in-situ modellere oranla 2,5 kat daha fazla olduğunu ve in-vitro örneklerin yüzey morfolojilerinde daha fazla değişim görüldüğünü rapor etmişler ve tükürüğün beyazlatma ajanlarının demineralizasyon etkisini azaltacağını belirtmişlerdir. Kombine bir in-vivo, in-vitro çalışmada beyazlatma sonrası minenin mikro sertliğinde azalma olduğu fakat tükürüğün remineralizasyon etkisi nedeni ile daha sonra mikro sertlik değerlerinde artış olduğu bildirilmiştir (Shannon ve ark. 1996). İn situ şartlarda gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise iki farklı konsantrasyondaki ev tipi beyazlatma ajanının (%10 karbomit peroksit ve % 7,5 hidrojen peroksit) mine mikro sertliğine değişime neden olmadığı, in vivo çalışma şartları nedeni ile insan tükürüğünün remineralize edici etkisinin etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Maia ve ark. 2007). Tulga ve ark. (2000) yaptıkları çalışmada, üç farklı beyazlatma ajanının mine mikro sertliğine etkilerini araştırmışlardır. Üst kesici diştten elde ettikleri mine kesitlerinin yarısı tükürük, yarısı distile su içinde saklanılmıştır. Çalışmada, gece plağı ile uygulanan %10'luk karbomit peroksit, ofis tipi %35'lik hidrojen peroksit ve % 6'lık hidrojen peroksit olmak üzere üç farklı beyazlatma ajanı kullanılmıştır. Ortamın tükürük veya distile su olması deney sonuçları arasında istatistiksel olarak fark meydana

getirmemiştir. Sadece ofis tipinde kullanılan beyazlatma ajanı mine sertliğinde istatistiksel olarak azalma yaratmıştır. Bu özelliği göz önünde bulundurularak ofis tipi beyazlatma ajanlarının, kariyojenik besinlere benzer diş çürüğü sorunu yaratabileceği bildirilmiştir. Potocnik ve ark. (2000) %10 karbomit peroksit içeren beyazlatma ajanının mine mikro sertliğini etkilemediği sadece minede başlangıç çürüğü benzeri mikrostrüktüel değişimlere yol açtığını bildirmişlerdir. Seghi ve Denry (1992) ise, minenin yüzey sertliğinin etkilenmemesine karşın, mine kırılma dayanıklılığının 12 saat beyazlatma sonrası %30 oranında azaldığını bildirmiştir. Cavalli ve ark. (2004) yüksek konsantrasyondaki karbomit peroksitlerin (%35 ve %37) mine yüzey topografisini değiştirdiğini ve yüzey pürüzlülüğüne yol açtıklarını bildirmişlerdir.

Cimilli ve Pameijer (2001) yaptıkları çalışmalarının sonucunda in vitro çalışmaların klinik şartları ortaya koymadaki zorluklarının nedenini, ağız ortamındaki tükürüğün içerdiği kalsiyum ve fosfatla mine yüzey kayıplarını kompanse edebilmesi olarak göstermişlerdir. Cimilli (1997) %10'luk ve %16'luk karbomit peroksit içeren Opalesence ve Nite-White beyazlatma ajanlarını karşılaştırmış ve her iki beyazlatma ajanının da minenin yüzey topografisini ve kimyasal kompozisyonunu değiştirdiğini belirtmiştir. Araştırmacılar, konsantrasyon ve süreye bağlı olarak yıkımın arttığını ve %10'luk karbomit peroksit içeren ajanlardan Nite-White beyazlatma ajanının minenin kimyasal kompozisyonuna ve yüzey topografisine etkisinin daha yıkıcı tarzda olduğunu bildirmişlerdir.

Karbomit peroksit uygulanmış mine yüzeyleri ile ilgili yapılan birçok tarama elektron mikroskobu çalışması ile mine morfolojisinde hiçbir değişim izlenmediği veya çok az değişim izlendiği gösterilmiştir (Haywood ve ark.1990; Josey ve ark. 1996). Görülen en belirgin değişim ise yüzeysel çöküntü, minede sığ çukurlar, artmış porozite,

hafif erozyon ve mine prizma periferisinde demineralizasyondur (Cobankara ve ark. 2004; Moraes ve ark. 2006). Transmisyon elektron mikroskopu çalışmaları, minede porozite artışı gibi topografik değişiklikler ve dekalsifikasyon gibi değişimler meydana geldiğini belirtmektedir (Bitter 1998; Bitter ve Sanders 1993). Tames ve ark (1998) beyazlatma sonrası minenin yapısında bozulma olmadan doğal porların sayısında artış gözlemlediklerini bildirmiştir. Beyazlatılmış mine yüzeyi, asit uygulanmış mineye benzer yüzey özellikleri göstermekte ve bu yüzeye *Streptococcus Mutans*ların tutunması belirgin bir şekilde artmaktadır (Gürkan ve ark. 1997). Oltu ve Gürkan (2000) %10-16 ve 35 karbamiit peroksit içeren beyazlatma ajanlarının mine yüzeyine etkilerini incelediklerini çalışmalarında minenin yüzey pürüzlülüğünün arttığını aynı zamanda %35 karbamiit peroksidin minenin mikro sertliğini azalttığını göstermişlerdir.

Beyazlatılmış minenin yüzey morfolojisini, incelemek amacıyla yapılmış çalışmalarda farklı bulgular da elde edilebilmektedir (Yeh ve ark. 2005; Mielczarek ve ark. 2008). %35 hidrojen peroksit içeren beyazlatma ajanı kullanımı sonrası yapılan SEM incelemesinde mine ve dentinde herhangi bir topografik değişime veya erozyona rastlanmamıştır (Sulieman ve ark. 2004). Spalding ve ark (2003) %35 hidrojen peroksit içeren beyazlatma ajanının 20 dk uygulanmasına ek olarak %10 karbamiit peroksit içeren ev tipi beyazlatma ajanının 1 hafta boyunca günde 12 saat uygulanmasının dişin sert dokusunda minör değişimlere rastlanmış fakat bu değişimlerin kabul edilebilir düzeyde olduğundan bahsetmişlerdir.

Leonard ve ark (2001) mine yüzeylerinde replika tekniği kullanarak yaptığı in vivo çalışmada %10 karbamiit peroksit içeren beyazlatma ajanının 14 gün boyunca uygulanmasının ardından ve tedavi bitiminden sonraki 6 aylık takipte yüzey bütünlüğünde herhangi bir değişime rastlamamıştır. Türkün ve ark (2002) ise %10

karbamiit peroksiti ile 14 gün uygulama sonrası minede hafif bir porozite olduğu fakat bu değişimin 3 ay sonra geri dndğnu bildirmişlerdir. Bu çalışmalardan farklı olarak yapılan bazı in vitro çalışmalarda beyazlatmayı takiben mine morfolojisinde değişimler gözlemlenmiştir (Shannon ve ark. 1993; Bitter ve Sanders 1993).

Gerek %35 hidrojen peroksiti ve %35 karbamiit peroksiti gibi yüksek, gerekse %6,5, %6 hidrojen peroksiti ve %25, %15, %10 karbamiit peroksiti gibi düşük konsantrasyonlara sahip beyazlatma ajanlarının kullanımını takiben mine yüzey morfolojisinde değişim olmadığnı bir çok araştırıcı tarafından bildirilmektedir (Duschner ve ark. 2006; Moreas ve ark. 2006). Buna ek olarak %20 karbamiit peroksidin 250 saat uygulanmasından sonra kontrol gruplarına göre mine yüzey morfolojisinde değişim gerçekteleşmediği bildirilmiştir (Haywood ve ark. 1990).

Beyazlatma sonrası dentinin yüzey morfolojisindeki değişimleri araştıran ve bunların değerlendirmesinde SEM den faydalanan birçok çalışmada dentinin yapısından belirgin değişime rastlanmamıştır (Joiner ve ark. 2004; Duschner ve ark 2006). Fakat Zalkind ve ark (1996) %30 hidrojen peroksiti veya %10 karbamiit peroksiti içeren beyazlatma ajanının 7 gün uygulamadan sonra dentinde morfolojik yüzey değişimlerine yol atığnı ve dentin kalsiyum fosfat oranının değiştiğni bildirmişlerdir.

Yapılan birçok çalışmada, yüksek konsantrasyonlardaki beyazlatma ajanlarının bile mine ve dentinin yüzey morfolojisinde ve kimyasında önemli zararlı ve yıkıcı etkilerinin olmadığı ortaya konmuştur. Bu bulguların tersinin gösterildiği çalışmalarda ise in vitro koşulların sınırlamaları, in vivo ortamın doğru şekilde taklit edilememesi ve bu solüsyonların yüksek asit karakterleri etkili olmuştur.

2.3.5.4. Diş Beyazlatma Tedavisinin Bağlanma Üzerine Etkileri

Yapılan birçok çalışma ile gerek klinikte hidrojen peroksit kullanılarak, gerekse evde karbomit peroksit kullanılarak yapılan beyazlatma tedavisinin reçinenin mineye bağlanma dayanımını etkilediği gösterilmiştir (Ben Amar 1995; Torneck ve ark. 1992). Garcia-Godoy ve ark (1993) %10 karbomit peroksit ile 24 saat boyunca temas eden mine örneklerinde makaslama kuvvetlerine dayanımının %40 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Bu çalışmanın aksine Josey ve ark (1996) ve Murchison ve ark (1994) beyazlatılmış ve beyazlatılmamış minelerin bağlanma dayanımlarında belirgin bir farklılık olmadığını göstermişlerdir. Bu iki çalışmada diğerinin aksine, mine örnekleri beyazlatma işlemi öncesi ve sonrasında yapay tükürük solüsyonunda bekletilmiştir. Bağlanma kuvvetlerinde azalma bildiren çalışmalarda ise su ya da salin solüsyonu kullanılmıştır. Yine de tükürüğün beyazlatılmış mine örneklerinin bağlanma dayanıklılığı üzerindeki olumlu etkileri kesin olarak belirlenebilmiş değildir.

Beyazlatılmış minedeki reçine taglar sayıca daha az, daha az belirgin ve beyazlatılmamış minede oluşanlara göre daha kısadır (Titley ve ark. 1991). Doku içerisinde kalmış artık (rezidüel) peroksit veya oksijen, reçine adezivlerin ve restoratif materyallerin polimerizasyonunu ve bağlanma dayanımını düşürmektedir (Ruse ve ark. 1990, Rotstein ve ark. 1996; Haywood ve ark. 1990). Beyazlatma tedavisi sonrası azalmış bağlanma dayanımı ile ilgili klinik problemlerden kaçınmak için birçok yöntem önerilmektedir. Beyazlatma tedavisi sonrası restorasyon işlemlerinin 24 saat ile 2 hafta geciktirilmesi en çok önerilen yöntemdir (Torneck ve ark. 1992; Garcia-Godoy ve ark. 1993)

Bishara ve ark. (2005) tarafından yapılan in vitro çalışmada farklı beyazlatma yöntemlerinin ortodontik braketlerin tutuculuğuna olan etkisini araştırılmıştır. Sonuç

olarak farklı beyazlatma sistemlerin minenin bağlanma özelliğini etkilemediği, fakat beyazlatma işlemi uygulanmasından 1 hafta sonra yapıştırılan braketlerin, 2 hafta sonra yapıştırılan braketlerin tutuculuğuna göre daha az olduğunu bildirmişlerdir.

Barbosa ve ark.(2009) yaptığı in situ çalışmada %16 karbamit peroksit içeren ev tipi beyazlatma ajanının kompozit reçinenin mine ve dentine makaslama bağlanma dayanımı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Beyazlatma tedavisinin bitiminden hemen sonra, 7 gün sonra ve 14 gün sonra makaslama bağlanma dayanımı değerleri ölçülmüş ve değerler arasında anlamlı farklılıkların olmadığı kaydedilmiştir ve restoratif prosedürlerin beyazlatmanın bitiminden hemen sonra uygulanabileceği sonucuna varılmıştır.

Beyazlatmanın ardından restoratif materyallerin mineye bağlanma dayanımlarında 1 günden 3 haftaya kadar sürebilen düşüşler rapor edilmiştir (Cavalli ve ark. 2001; Miyazaki ve ark. 2004). Bağlanma dayanımındaki düşüşlerin sebebinin beyazlatma sonrası dokulara yerleşen ve polimerizasyonu inhibe edici etkisi olabilen residüel oksijen olabileceği düşünülmüştür. Bu mekanizma sonrasında adeziv sistemin ve kompozit reçine polimerizasyonu inhibe olmakta ve bundan dolayı restoratif materyallerin mineye bağlanmasından önce belirli bir zaman geçmesi önerilmektedir (Cadenaro ve ark. 2006; Loretto ve ark. 2005).

Önceki çalışmalar %10 ile %35 arası karbamit peroksit içeren beyazlatma ajanlarıyla beyazlatılmış mineye tedavi bitiminden hemen sonra kompozit reçine uygulandığı zaman bağlanma dayanımını değerlerinin önemli derecede düştüğünü göstermişlerdir.(Titley ve ark. 1992; Garcia-Godoy ve ark. 1993). Bağlanma değerlerinin beyazlatılma yapılmadan elde edilen başlangıç değerlerine dönmesi için 3 haftalık bir sürenin gerekli olduğu bildirilmiştir.(Cavalli ve ark. 2001) Birçok çalışmada

beyazlatma ajanından gelen ve mineye yerleşen residüel oksijenin beyazlatma sonrası adeziv prosedürlerdeki başarısızlığa sebep olabileceği düşünülmüştür (Titley ve ark. 1993; Ben Amar ve ark.1995).

Araştırmacılar farklı beyazlatma sistemleri kullandıktan sonra tedavi bitiminden sonra geçen sürenin reçinenin mineye makaslama bağlanma dayanımı üzerindeki etkisini araştırmışlar ve reçine kompozitlerin mineye bağlanma zamanının ertelenmesinin makaslama bağlanma dayanımı değerlerinin yükselmesini sağlayacağını bildirmişlerdir (Unlu ve ark. 2008; Spyrides ve ark. 2000). Birçok araştırmacı beyazlatılmış mineyle beyazlatma uygulaması yapılmamış mineye kompozit reçine uygulamasından sonra elde edilen bağlanma değerleri karşılaştırıldığında beyazlatılmış minedeki değerleri düşük bulmuştur (Titley ve ark. 1993; Ben Amar ve ark. 1995). Diğer taraftan yapılan birçok çalışmada aynı karşılaştırmalar yapıldığında, bağlanma dayanımı değerlerinde anlamlı farklılıklara rastlanmamıştır (Josey ve ark. 1996; Cullen ve ark. 1993). Birkaç çalışmada beyazlatmadan hemen sonra ve bir hafta sonra kompozit reçinenin sert dokuya bağlanma dayanımları karşılaştırılmış ve bir hafta sonra elde edilen değerler anlamlı derecede daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Miles ve ark. 1994; Dishman ve ark. 1994).

Spyrides ve ark. (2000) 3 farklı beyazlatma ajanının, %35 hidrojen peroksit, %35 ve %10 karbomit peroksit, dentinin bağlanma dayanıma etkisini araştırmışlar ve beyazlatmadan hemen sonra yapılan testlerde bu değerleri düşük bulmuşlardır. Bağlanma işlemi bir haftalık ertelemekten sonra yapıldığında değerlerde anlamlı derecede artış kaydetmişlerdir. %35 hidrojen peroksit ve %35 karbomit peroksit için benzer sonuçlar geçerli bulunmuştur (Garcia Godoy ve ark. 1993). Vital diş beyazlatma işleminin hemen akabinde yapılan restorasyonlara ait bağlanma dayanımının, kullanılan

beyazlatma ajanının konsantrasyonundan bağımsız olarak azaldığı rapor edilmiştir (Dishman ve ark. 1994; Garcia-Godoy ve ark. 1993; Stokes ve ark. 1992; Titley ve ark. 1993).

Dishman ve ark. (1994), ofis tipi beyazlatma ajanı kullanarak yaptığı çalışmada beyazlatma işleminden sonra minenin reçine uzantısı sayısında azalma ve bağlanma dayanımını etkileyen polimerizasyon inhibasyonundan bahsetmişlerdir (Dishman ve ark. 1994). Lai ve ark. (2002), aynı zamanda reçine mine bağlanma değerlerindeki azalmanın polimerizasyonu da etkileyebilen gecikmiş oksijen salınımından kaynaklandığını belirtmiştir (Lai ve ark. 2002).

Spyrides ve ark. (2000), Van Der Vyver ve ark. (1997) ve Cavalli ve ark. (2001) kompozit reçinenin beyazlatılmış dentine bağlanma kuvvetini ölçmüşler ve bağlanmanın beyazlatmadan 2 hafta sonra yapılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Diğer taraftan Sung ve ark. (1999) 3 dentin bonding ajanının (Optibond, All-Bond 2, One-Step) %10 karbamiit peroksit ile beyazlatılmış mineye bağlanma dayanımı araştırdıkları çalışmalarında, Optibond un beyazlatılmış ve beyazlatılmamış mineye uygulandığı bağlanma kuvveti değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar oluşmadığını, fakat All-Bond 2 ve One-step adezivlerde aynı karşılaştırma yapıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark meydana geldiğini bildirmişlerdir. Böylece karbamid peroksidin bağlanma kuvveti üzerindeki etkisinin, kullanılan bonding ajanına ve adezivin içindeki çözücüye bağlı olduğu sonucuna varmışlar ve alkol bazlı bonding ajanı kullanımını önermişlerdir. Bishara ve ark. (2005) ofis ve ev tipi beyazlatmadan sonra 2 hafta beklemenin ortodontik braketlerin dişlere makaslama bağlanım değerlerini arttırdığını bildirmişlerdir.

Perinka ve ark. (1992) intrakoronal beyazlatmanın kalsiyum kaybı ve organik içeriği değiştirmesi sebebiyle dentinin ve minenin mikrosertliğini azalttığını ve bu faktörlerin minenin bağlanma kuvvetlerinin düşmesine sebep olduğunu rapor etmişlerdir. Diğer bir çalışmada ise kullanılan beyazlatma ajanının konsantrasyonu ve tipine bağlı olarak reçine bağlanma kuvvetinin orijinal değerlerin %60-67 altına indiği bildirilmiştir (Unlu ve ark. 2008). Beyazlatma ajanlarından açığa çıkan serbest radikallerin (O_2), oluşturduğu oksidasyon reaksiyonu sonrası, interprizmatik boşluklara girerek adezivin burada yayılmasını engellemektedir. Böylece reçinenin daha granüler, porzl ve boşluklu yapıda olmasına sebep olurlar. Belirli bir bekleme süresinin geçmesi, yüzey antioksidanı uygulanması gibi işlemler peroksitlerin yüzeyden uzaklaşmasını sağlayarak bağlanma kuvvetlerini arttırır (Barcellos ve ark. 2010).

2.3.5.5. Diş Beyazlatma Tedavisinin Restoratif Materyaller zerine Etkileri

- **Kompozit Reçineler**

Beyazlatma ajanlarının kompozit reçineler üzerindeki etkileri yapılan birçok çalışmada incelenmiştir. Cooley ve Burger (1991) kolorimetre kullandıkları bir çalışmalarında %10 karbamit peroksit jelin kompozit reçinelerin rengini açtığını bulmuşlardır. Yalçın ve Grgan (2005) ise spektrofotometre kullandıkları bir çalışmalarında hem %10 karbamit peroksidin hem de %6.5 hidrojen peroksitin farklı kompozit reçinelerin rengini açtığını bildirmişlerdir.

Aksine Monaghan ve ark. (1992) kompozit reçineleri 312 saat boyunca %10 karbamit perokside maruz bıraktıktan sonra incelemişler ve renk değişimini suda bekletilen kontrol grubundan farklı bulmamışlardır. Ayrıca meydana gelen renk

değişiminin insan gözü tarafından ayırt edilemeyecek derecede az olduğunu vurgulamışlardır.

Karbamit peroksit beyazlatma jellerine maruz bırakılan kompozit reçinelerin sertliklerinin arttığını, (Cooley ve Burger 1991) azaldığını (Bailey ve Swift 1992) ya da değişmeden kaldığını (Nathoo ve ark. 1994; Müjdeci ve Gökay 2006) gösteren birçok çalışma bulunmaktadır. Verilerin bu kadar çok çeşitlilik göstermesinin nedeni ise bazı kompozit reçinelerin değişim göstermeye, bazı beyazlatma ajanlarının değişim yaratmaya yatkın olmalarından kaynaklanmaktadır.

Cooley ve Burger (1991) %10 karbamit peroksit beyazlatma jeli uygulandıktan sonra kompozit reçinelerin yüzey sertliği, pürüzlülüğü ve rengindeki değişimleri değerlendirmişler ve bu 3 parametrede de değişim kaydetmişlerdir. Fay ve ark. (1999) çalışmasında kullandığı %10 karbamit peroksit beyazlatma ajanının uygulama sonrası hibrit iyonomer ve kompozit reçinelerin üzerindeki lekelerin ortadan kalktığını fakat kompomer üzerinde etkili olmadığını rapor etmişlerdir. Canay ve Cehreli ye (2003) göre, %10 karbamit peroksit ile karşılaştırıldığında, %10 hidrojen peroksit içeren beyazlatma ajanlarının daha fazla renk değişimine yol açmaktadır.

Literatürde beyazlatmanın, kompozit reçinelerin yüzey pürüzlülüğünü arttırdığı ve beyazlatma sonrası restorasyonun kolaylıkla lekelenebileceği bildirilmektedir (Türker ve Bişkin 2003; Cehreli ve ark. 2003). Bailey ve Swift (1992) ev tipi beyazlatma ajanlarının kompozit reçinelerin yüzeylerinde yumuşamaya yol açtığını bildirmişlerdir. Taher (2005) beyazlatma ajanlarının kompozit reçinelerin, ormoserlerin ve reçine modifiye cam iyonomerlerin yüzey mikrosertliğini azaltırken, aynı ajanların poliasit modifiye kompozit reçinelerin mikro sertliğini arttırdığını belirtmiştir. Nathoo ve ark. (1994) ve Garcia-Godoy ve ark. (2002) ev tipi beyazlatma ajanlarının

kullanımından sonra kompozit reçinelerin mikro sertliğinde anlamlı bir değişim olmadığını göstermişlerdir. Sartori ve ark (2009) yaptığı çalışmada beyazlatma ajanlarının (%10 karbomit peroksit ve %35 hidrojen peroksit) Z250 reçine kompozit ve Adper Single Bond adeziv sistemi ile restore edilen mine ve dentin marjinlerinin adeziv ara yüzeyinde yan etkilerinin olmadığını belirtmişlerdir. %38 hidrojen peroksit ile beyazlatılan 6 restoratif materyalin (bir hibrit, bir mikrohibrit, bir nanohibrit kompozit, seromer ve seramik) mikro sertliğinin beyazlatmadan sonra değişmediğini ve bu sebeple beyazlatmanın ardından restorasyonların değiştirilmesine gerek olmadığı belirtilmiştir (Polydorou ve ark. 2007). Kompozit reçinelerin yumuşamış ve farklılaşmış yüzeylerini ortadan kaldırmak için beyazlatma sonrası cilalama işlemi önerilmiştir.(Wattanapayungkul ve Yap 2003; Attin ve ark. 2004).

- **Amalgam**

Yayınlanmış iki laboratuvar çalışmasının sonuçlarına göre 8 saat süre ile 14-28 gün boyunca karbomit peroksit maruz bırakılan amalgamlarda cıva serbestlenmesinin arttığını (Hummert ve ark. 1993; Rotstein ve ark.1997) ve bu durumun kullanılan amalgam ve beyazlatma ajanlarının tipi ile ilgili olduğu belirtilmektedir (Hummert ve ark. 1993).

Robertello ve ark. (1998) yaptıkları bir çalışmanın sonuçları ile kullanılan üç farklı %10'luk karbomit peroksit solüsyonlarından birinin diğer ikisine oranla daha fazla oranda cıva salımına neden olduğunu göstermişlerdir. Bu sonuçlara göre bazı amalgam kombinasyonlarının ve bazı beyazlatma ajanlarının fazla miktarda cıva buharı oluşturdukları söylenebilir. Bu bulguların klinik önemi net bir şekilde anlaşılamamış olsa da amalgam restorasyonların bulunduğu dişlerin beyazlatılması konusunda dikkatli

davranılmalıdır. Aynı zamanda beyazlatma ajanlarının cilalanmamış amalgam örneklerinde cilalanmışlara göre daha fazla korozyon potansiyeli oluşturduğunu bildirmişlerdir (Canay ve ark. 2002).

- **Seramikler, Yapıştırıcı Ajanlar ve Geçici Restorasyonlar**

Türker ve Bişkin (2002) beyazlatma ajanlarının feldspatik porselen restorasyonlar üzerindeki etkilerini araştırmışlar ve %10-16 karbamiit peroksit jellerinin 30 gün boyunca günde 8 saatlik uygulanişından sonra test edilen porselen materyallerinin yüzey sertliğini azalttığını belirtmişlerdir. (Türker ve Biskin 2003; Türker ve Biskin 2002). Fakat, Schemehorn ve ark. (2004) nın feldspatik porselene %6 hidrojen peroksit uyguladığı benzer bir başka SEM çalışmasında da belirttiği gibi beyazlatma ajanının porselenin yüzey yapısına etki etmemektedir

2004 yılında Schemeron ve ark. %6 hidrojen peroksitin porselen restorasyonların yüzey morfolojilerini değıştirmedini bildirmişlerdir. Christensen ve ark. (1991) %10 karbamiit peroksitin cam iyonomer ve çinko fosfat simanın çözünmesine neden olduğunu göstermişlerdir. Hem hidrojen peroksit, hem karbamiit peroksit geçici restorasyonların yüzeylerinde mikroskobik değışimler meydana getirmektedir. Makroskobik olarak hidrojen peroksit maruz kalan geçici restorasyonlarda çatlaklar oluşmakta ve restorasyonlar su çekmektedir. Tersine karbamiit peroksit maruz kalan geçici restorasyonlar makroskobik olarak etkilenmemektedir (Rotstein ve ark. 1995).

2.3.5.6. Diş Beyazlatma Tedavisinin Toksikolojik Etkileri

Peroksitlerin ortak özellikleri çeşitli fizyolojik ve patolojik sonuçlara neden olabilen serbest oksijen radikalleri oluşturma yetenekleridir. Serbest radikaller tarafından proteinlerde, yağlarda ve nükleik asitlerde oluşturulan yıkım ve oksidatif reaksiyonlar bildirilmiştir. Bu durumun karsinogenezis, yaşlanma, felç ve diğer dejeneratif hastalıklarla ilgili olduğu düşünülmektedir. Serbest radikallerin, hidrojen peroksitin toksisitesi ve biyolojik etkilerinden sorumlu temel mekanizma olduğu belirtilmektedir. Hidrojen peroksit; insanlarda bir metabolizma ürünü olarak, günde yaklaşık 6.48 gram kadar karaciğerlerden açığa çıkmaktadır. Hidrojen peroksit serumda, nefeste, yiyeceklerde suda ve havada ve birçok medikal üründe rastlanmaktadır. Hücrelerde meydana gelebilecek yıkımın engellenmesi için insan vücudunun etkili antioksidan savunma mekanizmaları bulunmaktadır. Süperoksit dismutaz, katalaz, askorbat ve vitamin E gibi vücut sıvılarında, doku ve organlarda bulunan birçok enzim ve vitamin hidrojen peroksitin hızlı bir şekilde metabolize edilmesini sağlamaktadır.

Son birkaç yılda yapılan birçok çalışma ile birçoğu %10 karbomit peroksit içeren beyazlatma ajanlarının toksikolojik değerlendirilmesi yapılmıştır. In-vitro hücre kültürü çalışmalarının sonuçlarına göre beyazlatma ajanlarının sitotoksik etkileri peroksit içeriği ile yakından ilişkili bulunmuştur (Li 1997). Buna rağmen %10 karbomit peroksit veya %4 hidrojen peroksit içeren beyazlatma ajanlarının sitotoksitelerinin ,diş hekimliğinde kullanılan diş macunu, ağız gargarası, reçine kompozitler ve öjenol gibi birçok materyal ve ajanla karşılaştırıldığında daha az olduğu görülmektedir (Woolverton ve ark. 1993). %10'luk karbomit peroksitlerin güvenilirliğinin test edildiği bir çalışmada beyazlatıcı ajan bir tüp ile fare midelerine enjekte edilmiş ve mide dokusu

24 saat boyunca ülserasyon açısından değerlendirilmiştir (Dahl ve Becker 1995). Materyalin bu klinik dışı uygulamasında bile mide 24 saat sonunda iyileşmiş, böbrek ve karaciğerlerde hiçbir yaralanma belirlenmemiştir.

Doğru olarak kullanıldıklarında, diş beyazlatma ürünleri yumuşak dokularla çok az temas etmektedirler. Ağız içi savunma mekanizmaları ve tükürük peroksidazları hidrojen peroksidin potansiyel yan etkilerini önleyen önemli sistemlerdir (Carlsson 1987). Tüm bunlara ek olarak beyazlatma ürünlerinde kullanılan peroksit miktarı antioksidan kapasitenin üzerine çıkamayacak kadar azdır. Her iki çenenin aynı anda %10 karbomit peroksit ile tedavi edildiği düşünülse bile 3.52 mg hidrojen peroksit açığa çıkmaktadır ki bu miktar karaciğerlerde günlük olarak üretilen miktarın %0.054'ü kadardır (Li 2000).

Aynı zamanda hidrojen peroksit direkt olarak DNA etki ederek reaktif hidroksil radikallerini üreterek oksidatif DNA hasarına yol açtığı bildirilmiştir (Oya ve ark. 1986; Droui ve ark. 2004). Bu güne kadar oksidatif DNA hasarı, bütün aerob organizmalarda hücre ölümü ve mutasyonları olarak algılanmıştır (Asad ve Leita 1991; Demple ve ark. 1983; Zouain-Ferreira ve ark. 2002). İnsanlarda oksidatif DNA hasarı kanseri önemli derecede tetiklemektedir (Bjelland ve Seeberg 2003; Slupphaug ve ark. 2003). Hidrojen peroksit metabolik ve detoksifikasyon sistemleri olmayan in vitro sistemlerde (antioksidan enzimler) mutajenik ve genotoksik olarak gösterilmiştir. Fakat bu enzimleri bulunduran in vivo koşullarda mutajenik veya genotoksik etkileri yoktur.

Literatürde yapılan birçok araştırmanın sonucuna dayanarak, hidrojen peroksit veya karbomit peroksit içeren beyazlatma ajanlarının kullanımının alkol ve sigara kullananlar da dahil genel popülasyonda kanser riskini arttırmadığına ilişkin veri elde edilememiştir (Munro ve ark. 2006; Mahony ve ark. 2006).

2.4. Dental Adezyon

Adezyon iki materyalin bağlanma mekanizmasının ara yüzeylerinin karşılıklı olarak birbirleriyle olan teması şeklinde ifade edilebilir. Adezyon sağlamak için kullanılan materyale ‘adeziv’, adezivin uygulandığı, bağlanılan yüzeye ‘aderent’ denir. Yüzeylere adeziv uygulandığında iki farklı materyal adeziv sayesinde birbirlerine bağlanır (Stangel ve ark. 2007). Adezyonu etkileyen 3 önemli faktör adezivin aderent yüzeyini ıslatabilmesi, adeziv materyalin aderent yüzey ile yaptığı temas açısı ve yüzey gerilim değeridir. Başarılı adezyon için aderent ıslanabilirliğinin iyi olması, adeziv sistemin temas açısının ise küçük olması gerekmektedir. Adeziv sistemin yüzey gerilim değeri, aderentin yüzey gerilim değerine eşit veya mümkünse daha az olmalıdır (Dayangaç 2000).

1955 yılında Buonocore’ un mineye asit uygulama işlemini ortaya atmasıyla birlikte daha konservatif bir uygulama olan adeziv restorasyon tekniklerine geçiş sağlanmıştır (Buonocore 1955).

Diş minesi, insan vücudundaki dokular arasında mineralize olmuş en sert dokudur. Embriyolojik olarak ektoderm kökenli olan mine dokusu dişlerin anatomik kordonunu örter ve bulunduğu bölgeye göre yapısal değişiklikler gösterir. Minenin kimyasal yapısını %96-97’ sini inorganik, %1’ ini organik maddeler ve %2-3’ ünü de su oluşturur. Dokunun organik yapısının büyük bölümü, kalsiyum fosfat tuzlarından oluşurken, yapıda ayrıca magnezyum, karbonat ve sodyum, çinko, potasyum, kurşun, stronsiyum, molibden, demir, florid, selenyum, iridyum gibi eser elementler de yer alır. Minenin organik yapısını ise eriyik ve lifsel yapıdaki keratoprotein türü proteinler oluşturur. Her ne kadar yüksek mineral içeriği minenin çok sert olmasına ve aynı zamanda kırılğan olmasına sebep olsa da, anahtar deliği şeklindeki mine prizmaları

okluzal kuvvetlerin mineden dentine iletilmesini sağlayarak bütünlüğünü korumasına yardımcı olur. Adezyon sürecinde, asit uygulama sonrasında inorganik yapıdaki hidroksiapatit kristallerinin kısmen çözülmesi ile mikromekanik retansiyonun oluşumu, bağlanma için yüzey alanının genişlemesine ve kritik yüzey gerilim değerinin (72 dynes/cm²) yükselmesine yol açarak, reçine ile kavite sınırındaki mine adaptasyonunu ve retansiyonu artırır ve kenar sızıntısının azalmasına katkıda bulunur (Antonio ve ark 2003). Asit uygulama, mine yüzeyinde yaklaşık 10µm derinliğinde mikro çukurculardan oluşan bir tabaka meydana getirir. Düşük viskoziteli reçine, asit uygulanmış mine yüzeyine uygulandığı zaman, mikro çukurcukların içine girerek burada polimerize olur. Böylece asitlenmiş mine dokusu ile reçine arasında mikromekanik bir bağlanma sağlanır.

Minenin homojen yapısından dolayı reçine ile bağlanması oldukça başarılı iken, dentinin kompleks histolojik yapısı ve değişiklik gösteren özellikleri bağlanmanın hem zor hem de daha düşük olmasına neden olmaktadır (Stavridakis ve ark 2005). Dentinin yaklaşık %50'si inorganik, %30'u organik materyalden, %20'si ise sudan oluşur. İnorganik yapının temelini organik matris içinde rastgele dizilmiş, ince iğne şeklinde ve boyutları mine dokusundakilerden daha küçük olan kalsiyum hidroksiapatit kristalleri oluşturur (Van Meerbeek ve ark. 1996). Dokuda hidroksiapatitin yanı sıra çeşitli kalsiyum fosfat tuzları, kalsiyum sülfatlar ve amorf kalsiyum fosfatlar da yer alır. Organik yapının yaklaşık %93'ü kollajen türü lifsel proteindir. Dentin dokusunda ayrıca florid, bakır, çinko, demir gibi iz elementler de bulunur.

Organik yapı oranının mineden daha fazla olması yapıdaki protein miktarının artmasına, bu artma da adezyon açısından önemli olan yüzey enerjisinin düşük olmasına neden olmaktadır (Van Meerbeek.1992). Mineye kıyasla daha yüksek protein içeren

dentin, düşük bir yüzey enerjisine (44.8 dynes/cm^2) sahiptir (Qin ve Swain 2004). Dentin dokusunun su içeriğinin de fazla olması adezyon için zorluklar oluşturur. Bütün bunların yanı sıra pulpadan perifere doğru ışınsal olarak yayılan dentin kanalları da yüksek geçirgenlik özelliklerinden ötürü adezyonu olumsuz etkilemektedir (Perdigão and Lopes 1999).

Dentin heterojen bir yapıdadır ve odontoblastların protoplazmik uzantılarının yer aldığı dentin tübülleri, peritübüler dentin, intertübüler dentin ve interglobuler dentinden oluşur. Dentin kanallarının boyutları mine dentin sınırında ve pulpa sınırında farklıdır. Dentin kanalları pulpa sınırında $2,5 \mu\text{m}$ (derin dentin 2mm), pulpa ile mine-dentin sınırı arasında $1,2 \mu\text{m}$ (orta dentin 2-3 mm), mine-dentin sınırında ise 900 nm çapındadır (yüzeysel dentin 3 mm ve üstü) (Inoue ve ark. 2001a).

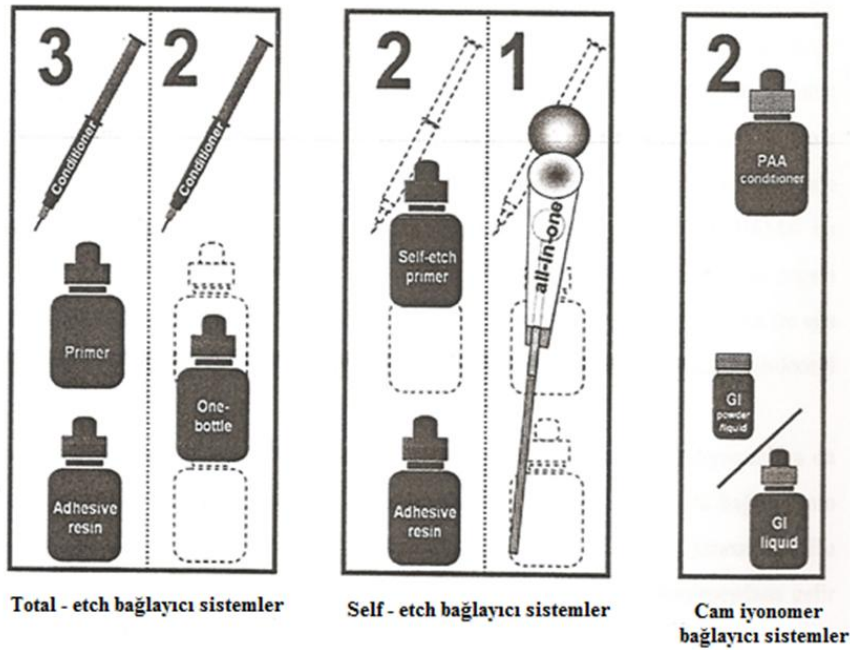
Dentin kanallarının etrafında daha iyi mineralize olmuş olan, çok az miktarda kollojen içeren peritubuler dentin, kanalların arasında ise daha az mineralize olan intertubuler dentin vardır. İntertubuler dentin peritubuler dentinden %40 daha az mineralizedir. Mineralize kristallerin oranı, organik kollojen matriks miktarı, tübüllerin içindeki dentin sıvısı, dentinin klinik ve biyolojik cevabını etkiler ve bu oranlar dentinin derinliğine, yaşa ve dişin travma geçmişi ile doğrudan ilgilidir (Summit ve ark. 2006).

Nakabayashi ve ark. (1982) asitleme ile dentin yüzeyinde mineralize dokuyu uzaklaştırmanın veya dentin kollajen matriksini açığa çıkarmanın dentin adezyonunu sağlamada etkili bir yöntem olduğunu belirterek reçine materyallerin dentin dokusu içerisine girmesi konusunda ilk defa görüş bildirmiştir. Fusayama (1993), asitlenmiş dentin yüzeyine bağlantının daha iyi olduğunu ve dentin dokusunun asitlenmesi gerektiğini öne sürmüştür. Smear tabakasının uzaklaştırılması, kollajen yapının açığa çıkarılması, dentin geçirgenliğinin artması ve apatit kristallerinin çözünmesi ile

mikroporöz bir yüzey oluşturulur. Ayrıca asit uygulama sonrası aderentin yüzey enerjisi de artmaktadır (Pashley ve ark. 1993). Nakabayashi (1985) tarafından tanımlanan hibridizasyon teorisi dentine bağlanmanın temelini oluşturmaktadır (Nakabayashi 1985). Asit ile yüzeyel dentinin demineralizasyonu sonucu kollajen ağın açığa çıkması fibrillerin içinde ve arasında mikro boşlukların oluşmasını sağlar. Düşük viskoziteli monomerlerin bu bölgeye uygulanması sonucu reçine ile dentinden oluşan bir difüzyon tabakası oluşur. Polimerizasyon sonucu karmaşık fibril ağı içerisine reçinenin girmesi sonucu oluşan bu iç içe girmiş dentin ve reçine tabakası ‘hibrit tabaka’ olarak isimlendirilir. Dentine mikromekanik olarak bağlanan hibrit tabakası günümüz dentin bonding sistemlerinin çoğunun bağlanma mekanizmasını oluşturmaktadır. Hibrit tabakasının formasyonu iki faktöre bağlıdır; (a) dentin yüzeyinin ıslanabilirliği ve (b) adeziv reçinenin primer uygulanmış dentin yüzeyine penetrasyonu. Hibrit tabakasının oluşumu, dentin ile restorasyon materyali arasındaki bağlantıyı sağlamakta ve dolayısıyla mikrosızıntıyı da azaltarak sekonder çürükleri önleyebilmektedir. Elastik modülü dentin ve kompozit materyali arasında olan hibrit tabakası kompozitlerin polimerizasyon büzülmesi esnasındaki kuvvetleri azaltarak restorasyonların marjinal uyumu ve retansiyon oranlarını arttırmaktadır (Pashley ve ark. 1993; Swift ve ark. 1995; Goracci 1996). Asitleme ile açığa çıkarılan kollajen liflerin tamamının primer ve adeziv reçine uygulaması neticesinde desteklenememesi, bu kollajen liflerin hidrolizi ve uzun dönemde restorasyon kaybı ile sonuçlanabilmektedir (Pashley ve ark. 1993; Goracci 1996). Bugün bütün bu gelişmeler sayesinde adeziv dişhekimliği çağını yaşamaktayız. Black tekniği ile yapılan restoratif materyaller için geliştirilmiş makromekanik tutuculuk prensiplerine dayalı geniş kavite preperasyonları ve koruma amaçlı genişletme yöntemleri yerini küçük kavite preperasyonlarına ve daha konservatif

restoratif tekniklere dayalı mikromekanik adezyona bırakmıştır (Van Meerbeck ve ark. 1996; Van Meerbeck ve ark. 1998).

2.4.1. Dentin Bağlayıcı Sistemlerin Sınıflandırılması



Şekil 1.Modern dentin bağlayıcı sistemlerin sınıflandırılması (Van Meerbeek ve ark. 1998)

2.4.1.1. Total-Etch Sistemler

- **Etch-rinse (total-etch) adeziv sistemler**

İki veya üç basamaklı olarak adlandırılan etch-rinse adeziv sistemler, diş yüzeyinin çoğunlukla fosforik asitle (%30- 40) asitlenmesinden sonra hidrofilik monomer ve hidrofobik reçinenin ayrı ayrı veya organik solvent içeren primer/bondingin beraber uygulandığı sistemlerdir (Inoue ve ark. 2001b; De Munck ve ark 2005; Reis ve ark. 2003). İki ya da üç aşamalı bağlayıcılar benzer adezyon mekanizmaları ile diş sert dokularına tutunurlar. Kavite preperasyonları sırasında

yaklaşık 0,5–2 µm kalınlığında debris, denatüre kollajen, hidroksiapatit ve mikroorganizmalardan meydana gelen smear tabakası ve dentin tübülleri içerisinde 1–3µm derinliğinde smear tıkaçları oluşmaktadır (Van Meerbeck ve ark. 1996; Jacques ve ark. 2005). Smear tabakası kavite preperasyonunun yerine ve şekline göre 0.5–2.0 µm kalınlığında olan ve içerdiği hidroksiapatit yapısında bulunan kollajen ve fosfat nedeniyle tampon vazifesi gören bir yapıdır (Nakabayashi ve ark. 1998). Smear tabakası pulpa dokusunu koruyan bir bariyer görevi görmesine karşın ağız sıvılarında 7 gün içerisinde çözünmesinden dolayı bu etkisi geçicidir (Nakabayashi ve ark. 1998; Bouillaguet ve ark. 1998; Hume ve ark.1994) Smear tabakasının dentine 5 MPa gibi zayıf kuvvet ile bağlandığından ve genellikle mikroorganizmalar ile kontamine olduğundan pürüzlendirmesi ve adeziv bağlayıcı ajan uygulamalarından önce uzaklaştırılması gerekmektedir (Hosoya.ve ark 1994; Marshall ve ark.1997). Kullanılan asit ajanının tipine, konsantrasyonuna ve uygulama süresine bağlı olarak mine dokusu yüzeyinden yaklaşık 10 µm bir tabaka kalkar ve 5-50 µm derinliğinde porlar meydana gelir, dentin dokusunda ise smear tabakası ile tıkaçları tamamen ortadan kalkar, dentin kanallarının ağzı V şeklinde açılır. Açığa çıkmış bu kollajen fibriller mikro tutucu bir ağ yapısı oluşturur, reçinenin bu ağa diffüze olması ile mikromekanik bağlanma meydana gelir (Marshall ve ark.1997).

Smear tabakasının altındaki dentinde 7,5 µm'ye kadar demineralizasyon meydana gelir, kollagen ağı açığa çıkarak minedeki gibi mikromekanik adezyona elverişli bir yapı oluşur (Abdalla ve ark. 2003). Dentinin monomerlerin penetre olabileceği alandan daha çok demineralize olması desteksiz kollojenin yıkımına sebep olmaktadır (Swift ve ark. 1994). En kritik aşama dentinin ıslanabilirliğini arttıran primer uygulamasıdır. Primerlerin uygulanma amacı hidrofilik yapıdaki dentin yüzeyinde açığa çıkmış olan kollojen ağına adezivin etkin bir şekilde penetre olabileceği hidrofobik bir

yapı haline getirmektir (Van Meerbeck 1998). Dentin bağlayıcı ve primer birlikte polimerize olarak kollajen lifler ve rezinden oluşan bir tabaka meydana getirirler. Bu tabaka ilk defa 1982 yılında Nakabayashi ve arkadaşları tarafından ‘hibrid tabaka’ olarak tanımlanmıştır (Edward ve ark. 2002) Oluşan bu tabaka 2–4 µm kalınlığında ve ne tam olarak reçine ne de diş yapısındadır. Dentinin kollajen matriksi içersine infiltre olmuş rezin monomerlerden oluşan hibrid tabaka sert dokunun fiziksel ve kimyasal yapısını değiştirmektedir (Nakabayashi and Pasley 1998). Dentinal kollojen fibrillerin içindeki suyun sırasıyla azalması veya artması kollojen fibrillerin büzülmesine veya genişlemesine sebep olur (Nakayabashi.ve ark. 1982). Bunun sonucunda monomerlerin infiltrasyonu zayıflar. Bu durum hibrit tabakasının güçlü, aside ve hidrolitik degradasyona dayanıklı olmasını engeller. Yüzeyel dentin ve derin dentin arasında; aksiyal, pulpal ve gingival duvarlarda homojen bir nemlilik elde etmek imkansızdır (Fogel ve ark. 1998; Tagami ve ark. 1989; Özok ve ark. 2002), özellikle smear tabakasının kaldırılmasından sonra derin dentindeki nem çok yoğundur (Itthagaran and Tay 2000). Bu nedenlerden ötürü 3 basamaklı etch-rinse tekniğinin post-operatif ve teknik hassasiyeti dolayısıyla daha basitleştirilmiş 2 basamaklı etch&rinse sistemleri öne çıkmıştır. Bu sistemlerde primer ve adeziv tek şişede yer almaktadır. Bu yapılar, asitleme işleminden sonraki hidrofilik monomerlerin, hidrofobik reçinenin ve organik solventin bir komponent olması ile oluşur (Şekil 1)(Reis ve ark. 2003).

Total-etch sistemler, smear tabakasını tamamen ortadan kaldırıp, yüzeyel dentinde demineralizasyon meydana getirerek sadece mikromekanik adezyonla bağlanmayı sağlar, başka bir deyişle dentine bağlanma mekanizmaları esas olarak difüzyon temeline dayanmaktadır. İki yada üç aşamalı total-etch adeziv sistemlerin dentine bağlanma mekanizmaları birbirine benzer şekilde olmaktadır. Dentinin fosforik

asitle dağlanması kollajen ağını ağığa çıkartmakta ve hemen hemen bütün hidroksiapatitleri ortamdan uzaklaştırmaktadır (Van Meerbeek ve ark. 1996).

2.4.1.2. Self-Etch Adeziv Sistemler

Yıkama gerektirmeyen asidik rezin monomerlerin kullanılması ile asitle pürüzlendirme ve primer ajanın aynı aşamada uygulandığı sistemlere ‘self etch adezivler’ denilmektedir (Van Meerbeek 1996). Self-etch adeziv konsepti ilk kez 1990’lı yılların başında Scotchbond 2 (3M, Dental Product Division, St.Paul, USA) nin piyasaya sunulması ile başlamıştır. Fakat bu sistem, sadece dentine uygulanmak üzere tasarlandığı için mineye uygulanmasında ayrı bir asitleme safhası gerektiriyordu.

Self-etch adeziv sistemler, smear tabakasını asidik monomerler ile çözerek yada modifiye ederek adezyon proesine katılmakta ve yüzeysel dentindeki kalsiyum ile de kimyasal bağlanma sağlayabilmektedir (Van Meerbeek ve ark. 2003b). Self-etch sistemler ile sağlanan demineralizasyon derinliği, asidik monomerlerin tipine, konsantrasyonuna, uygulama süresine ve dentinin yapısına bağlıdır. Ko-monomerlerin asitlenmiş mine yada dentin kanalları ile intertübüler dentin içine difüzyonu sonucu, reçine uzantıları oluşumu ile, hibrit tabaka meydana gelmektedir (Nakabayashi ve ark. 1982). Bu sistemde amaçlanan, smear tabakasını bağlantı substratı olarak kullanarak hibrit tabakaya dahil etmektir (Tay ve Pashley 2001). Self etch primerler, asiditelerine bağlı olarak smear tabakasına 2 µm kadar penetre olabilmektedirler (Perdigao ve Lopes 1999; Nakabayashi ve Saimi 1996). Ancak primerin asiditesi, smear tabakasının mineral bileşikleri tarafından tamponlanabilir ya da smear tabakası çok kalın olduğuunda penetre olamayabilir (Hume 1994, Tay ve Pashley 2001). Smear tabakasını modifiye eden bu adezivler, smear tabakasının pulpayı koruyan, bakteri invazyonunu önleyen ve bağlantı

kuvvetlerini azaltabilen dentinal sıvı akışını önleyen doğal bir bariyer sağlaması fikrinden ortaya çıkmıştır (Van Meerbeck 1998).

Self etch adezivler ayrı bir yıkama aşaması gerektirmediğinden çalışma zamanını kısalttığı gibi uygulama sırasında oluşabilecek hatayı da en aza indirmektedir (De Munck ve ark. 2005). Bununla birlikte self etch adezivler, total etch sistemlerde asitle pürüzlendirme sonrası az yıkama yapıldığında kalan asidin dentini aşırı pürüzlendirmesini, yıkama sırasında oluşabilecek tükürük kontaminasyonunu ve kurutma sırasında dentinin aşırı kurutulmasıyla kollajen ağının çökmesi ve böylece işlem sonrası hassasiyet ve bağlantı kuvvetlerinin düşmesi risklerini de ortadan kaldırmaktadır (Jacques ve Hebling 2005).

Self etch adezivler ile klinik uygulamanın kolaylaşmasının yanında dentinin yüzeyel demineralizasyonu ve dokuda polimerize olabilen monomerlerin penetrasyonunun eş zamanlı ve aynı derinlikte olması sağlanır ve böylece dentin ile adeziv rezinin devamlılık göstermesi sağlanmaktadır (Telles ve ark. 2001).

Günümüzde sık kullanılan self-etch adeziv sistemler iki basamaklı olanlardır. Dentin ve mine yüzeyinin self-etch primer ile düzenlenmesini takiben adeziv reçinenin uygulanması şeklinde kullanılır. Son yıllarda, piyasalara “all-in-one” veya tek aşamalı self-etch sistemler olarak isimlendirilen, asit, primer ve adeziv reçine uygulama basamaklarının birleştirildiği sistemler de sunulmaktadır. Self etch sistemlerde kollajen ağın bütünlüğü ve doku ile rezinin devamlılığı amaçlanmış olsa da bağlantı kuvvetleri asitle pürüzlendirme yapılan total etch tekniğe göre daha düşük bulunmuştur (Cardoso ve ark. 1998).

2.4.1.3. Cam İyonomer Adezivler

Cam iyonomer restoratif materyaller, halen diş dokularına bir aracı madde gerektirmeden kimyasal olarak bağlanabilen tek materyal olma özelliklerini korumaktadırlar (Yoshida ve ark.2000). Restoratif materyalin kaviteye uygulanmasından önce diş yüzeyinin polialkenoik asitle silinmesi ile smear tabakasının ortadan kalkarak 0.5–1 µm' lik bölgede yüzeyel bir demineralizasyon meydana gelmesi ve kollajen ağın açığa çıkması sağlanmış olur (Inoue ve ark. 2001a). Cam iyonomer bileşenlerinin de bu alana penetrasyonu ile “mikromekanik” bir bağlanma gerçekleşir (Van Meerbeek ve ark. 2001).

Diş yüzeyinde oluşan demineralizasyon sonrasında hidroksiapatit kristalleri kollajen ağdan tamamen ayrılmaz. Bu sayede kollajen ağ üzerinde kalan hidroksiapatit kristallerine ait kalsiyum iyonu ile polialkenoik asit içerisindeki karboksil grupları arasında oluşan iyonik bağlar sayesinde “kimyasal bağlanma” da gerçekleşir (Yoshida ve ark. 2000). Bu ek kimyasal bağlanma hidrolitik degradasyona karşı bir direnç oluşturmaktadır. Sonuç olarak, zayıf asit self-etch adezivlerde olduğu gibi iki yönlü bir bağlantı elde edilmiş olunur. Rezin bazlı self-etch adezivlerle cam iyonomer simanlar arasındaki temel farklılık, cam iyonomerlerin yüksek moleküler ağırlıklı polikarboksilik polimerler ile pürüzlendirme yapmalarıdır. Bu durum cam iyonomerler simanların infiltrasyon kapasitelerini sınırlamakta ve yüzeysel bir hibrit tabaka oluşmasına neden olmaktadır. Ayrıca yüksek moleküler ağırlıkları nedeniyle, fosforik asit gibi derin bir demineralizasyon sağlayan yüzey hazırlayıcılarla muamele edilen dentine de infiltre olamazlar. Dolayısı ile bu tip agresif pürüzlendiricilerin cam iyonomerle kullanılması önerilmemektedir (Yoshida ve ark. 2000).

2.5. Bağlanma Dayanımı Testleri

Bağlanma dayanımı testleri, bir restoratif materyalin mine ve/veya dentin ile bağlanabilme kabiliyetini değerlendirmek amacıyla geręekleřtirilmektedir. Böylece adeziv sistemlerin ağızdaki performansları önceden tahmin edilebilir (El Zohairy ve ark 2003). Günümüz diş hekimliğinde kompozit restorasyonlar ile birlikte kullanılan adeziv sistemlerin gelişen özellikleri, diş ile restorasyon arasındaki bağlantıyı güçlendirerek mikrosızıntıyı azaltmaktadır (Pashley ve ark. 1995, Pashley ve ark. 1997). Bağlayıcı ajan sistemlerinin geliştirilmesindeki en önemli neden, diş sert dokuları ile restoratif materyal arasında kabul edilebilir düzeyde bağlanma kuvvetlerini elde edebilmektedir. Adeziv sistemlerin etkinliği araştırılırken bağlanma dayanımı testleri klinik testlerle de desteklenmeli, dentin /mine yüzeyinin adeziv sistemlerle ilişkileri ultramorfolojik analizlerle değerlendirilmelidir (Kato ve ark. 1996, Soderholm 1991). Bu nedenle materyallerin fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesinde bağlanma kuvvetinin ölçümü önemli yer tutmaktadır (ISO TR 11405 1994). Gelişmiş bağlayıcı ajan sistemlerinde restoratif materyalin mine veya dentine bağlanma etkisinin değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır (Pashley ve ark. 1995). Adeziv sistemlerin klinik çalışmalarla değerlendirilmesi hem pahalı hem de zaman alıcıdır. Aynı zamanda klinik değerlendirmelerde standardizasyonu sağlamak oldukça zordur (Oilo 1993). Adezyon konusundaki sürekli gelişim, hızla yeni materyal üretimini sağlamakta olduğundan üreticiler laboratuvar (in vitro) alışmaları yapmayı tercih etmektedirler (Altay ve ark 2002, Tanumiharja ve ark. 2000). Her yıl birçok yeni adeziv sistem piyasaya sürülmekte ve laboratuvar testleri bunların etkinliğinin göstergesi olmaktadır. Klinik alışmalar 1–3 yıl gibi uzun süre aldığından klinik araştırmalar sonuçlanmadan, ürünün içeriği firmalar tarafından değiştirilebilmektedir. Bu nedenlerden dolayı in vitro testler deneysel ve ticari dentin adeziv sistemlerin etkinliğinin değerlendirilmesinde önemli yer tutmaktadır

(Van Meerbeek ve ark. 1998; Van Meerbeek ve ark. 2003b). Ayrıca bağlayıcı ajanların mekanik özelliklerinin bilinmesi bu ajanların kullanım şekillerinin doğru belirlenmesine ve uzun dönem performanslarının tahmin edilmesine olanak sağlamaktadır (Van Meerbeek ve ark. 2003b). Bu amaçla dental literatürde kompozit reçinelerin bağlanma dayanımlarının ölçümünde başta makaslama (shear), gerilim (tensile) ve mikro gerilim (microtensile) bağlantı kuvveti testleri olmak üzere birçok in vitro metot kullanılmaktadır (Oilo 1993; Roberson ve ark. 2002; Coelho ve ark. 2004) Bu çalışmalar aynı parametreleri ve yeni materyalleri karşılaştırabilmek amacı ile çok etkili yöntemlerdir (Fritz ve ark 1996, Roberson ve ark. 2002). Bağlanma dayanımı testlerinde elde edilen sonuçlar hazırlanan örneğin şekli, yüzey alanının büyüklüğü, kompozit gibi parametreler nedeniyle farklılık gösterebilir (Van Meerbeek 2003a).

2.5.1. Makaslama Bağlantı Dayanım Testi (Shear Bond Strength Test)

Dentin/mine ye bağlanmanın ölçümü için uzun dönem makaslama bağlanma dayanımı testi kullanılmıştır. Diş ile restoratif materyalin bağlantı ara yüzeyine paralel yönde ve sabit artışla kuvvet uygulanması esasına dayalı bir in vitro deney testidir. Makaslama dayanımı testinde, çekilmiş dişlerde düz yüzeyler oluşturulduktan sonra üzerine adezivle kompozit reçine blok uygulanır. Kompozit reçine ara yüzeyine genellikle bıçak ucu şeklinde “prob” yardımı ile makaslama kuvveti uygulanarak kırıldığı andaki kuvvet belirlenir (Roberson ve ark 2002). Fakat daha sonraki yıllarda dentin adezivlerinin etkinliğinin değerlendirilmesinde bu metodun yeterince hassas olmadığı bildirilmiştir (Versluis ve ark.1997).

Bağlanma kuvveti çalışmalarında en sık kullanılan yöntem makaslama bağlantı dayanım testi olmuştur (Verslius ve ark. 1997). Bu testin sık kullanılmasının sebebi

örnek hazırlanmasının kolay olması ve klinik ortamdaki yük dağılımını iyi bir şekilde yansıtabilmesidir (Verslius ve ark. 1997). Ancak, sık kullanılmalarına rağmen ara yüzde oluşturduğu homojen olmayan stres dağılımından dolayı güvenilirliği tartışmalıdır. (Chadwick ve ark 1998, Filho ve ark 2004) Çeşitli araştırmalar ‘shear’ bağlanma testi sonrası başarısızlık tipinin, ara yüzde adeziv başarısızlığın yerine daha çok yarıştırlan materyaller içinde koheziv başarısızlık şeklinde olduğunu göstermiştir (Chadwick ve ark 1998). Makaslama testlerinde kırılma paternleri çok düşük kopma değerlerinde bile kohesiv karakter taşıdığından son dönemlerde tercih edilen bir bağlantı kuvveti ölçümü metodu olmamaktan uzaklaşmıştır (Chadwick ve ark 1998).

2.5.2. Gerilim Bağlantı Dayanım Testi (Tensile Bond Strength Test)

Restoratif materyal ile diş ara yüzeyine dik ve sabit hızla kuvvet uygulanmasını kapsayan in vitro bir test metodudur. Bu test yöntemi 3mm^2 ve/veya daha büyük alanlardaki ölçümler için kullanılmakta olup; araştırmacılar test edilen dentin yüzey alanının geniş olmasının anormal stres dağılımına ve materyal içinde kohesiv kopmalara neden olabileceğini belirtmişlerdir. (Van Meerbeek 2010; Della Bona ve Van Noort 1995; Filho ve ark 2004). Ancak bu testin sonuçları, yükleme sırasında meydana gelen homojen olmayan stres dağılımından ve örneğin geometrisinden fazlasıyla etkilenmektedir (El Zohairy ve ark 2003).

Geleneksel makaslama ve gerilim testlerinde bağlanma kuvvetleri 20MPa’ dan dan daha fazla değerlere ulaştığında dentin yapısında koheziv kırıklar oluştuğundan bu testlerin yüksek bağlanma değerlerini ölçmekte yetersiz kaldığı bildirilmiştir (Cardoso ve ark.1998, Versluis ve ark.1997).

Makaslama ve gerilim testlerinde bu sayılan dezavantajların zaman içerisinde anlaşılması araştırmacıları daha hassas test metotları geliştirmeye zorlamıştır. Böylece geliştirilen mikro gerilim ve mikromakaslama testleri ile bağlayıcı ajan sistemlerinin fiziksel özellikleri gerçeğe daha yakın bir şekilde ölçülebilmektedir (Versluis ve ark. 1997).

2.5.3. Mikro Gerilim Bağlantı Dayanım Testi (Microtensile Bond Strength Test)

Yüksek bağlanma kuvvetine sahip adeziv sistemlerin ayrımının yapılabilmesi için Sano ve ark. (1994) mikro-gerilim test sistemini geliştirmişlerdir. Günümüzde bağlanma dayanımının ölçümünde kullanılan en güvenilir metot sayılmaktadır (Pashley ve ark. 1997, Abdalla 2004). Mikrotensile test yöntemi ile klinik şartları en iyi şekilde taklit edecek örnekler hazırlanıp test edilebilmektedir (Sano ve ark. 1994, Nakajima ve ark. 1995, Yoshiyama ve ark. 1996).

Mikrotensile test yöntemi; test edilecek örneğin bağlantı yüzeyinden düşük hızda çalışan elmas separe ile yaklaşık 1 mm^2 yüzey alanına sahip kesitler alınıp, bu kesitlerin siyanoakrilat adeziv ile mikrotensile test cihazına bağlanarak 1 mm/dk gerilim kuvveti uygulanmasıdır (Sano ve ark 1994, Pashley ve ark 1999, Shono ve ark 1999). Mikro gerilim bağlanma dayanım testinde $0,25\text{--}1 \text{ mm}^2$ büyüklüğündeki örneklerdeki stresler ölçülebilmektedir.

Mikrotensile testi için iki şekilde kesit alınmaktadır. Birincisi, vertikal yönde 2 mm kalınlığında alınan kesitler bağlantı yüzey alanı $1,6\text{--}1,8 \text{ mm}^2$ olacak şekilde bağlantı bölgesine kum saati şekli verilmesiyle elde edilir (Pashley ve ark 1999, Shono ve ark 1999). İkincisi ise, bağlantı yüzeyine dikey olarak $1,0\pm 0,1 \text{ mm}$ kalınlığında dilimler elde edilip, daha sonra örneklerin 90° döndürülerek bağlantı yüzeyine dik olarak elde

edilen ikinci kesitlerin alınması sonucu yaklaşık $1 \times 1 \text{ mm}^2$ lik mikro çubuklar oluşturulmasıyla elde edilmektedir (El Zohairy ve ark 2003).

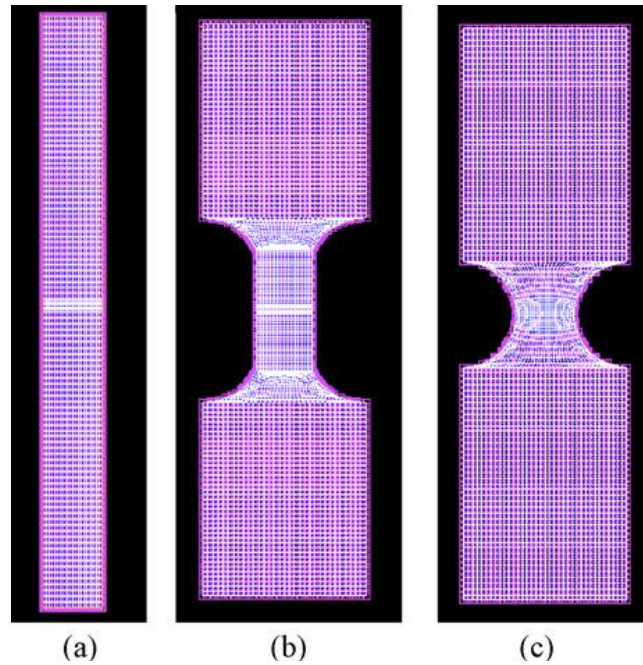
Mikrotensile testi için $1 \times 1 \text{ mm}^2$ lik yüzey alanına sahip mikro çubuklar elde edildiği yöntemdeki örneklerin bağlantı alanında daha az stres olduğu bulunmuştur (Pashley ve ark 1999, Della Bona ve ark 2003). Bu yöntemle aynı diştten 12-16 örnek elde edilebilmektedir. Bağlanma kuvvetinin alan dağılımı ya da dağılma sıklığı kadar ortalama değer ve standart sapma ölçülebilir. Bu metodla birçok restoratif materyalde geleneksel metodlarla elde edilen değerlere göre daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri (30-70 MPa) elde edilmektedir (Sano ve ark.1994, Yoshiyama ve ark. 1996, Carvalho ve ark. 1994). Araştırmacılar bu metodun kullanımıyla başarısızlığın daha çok bağlanmamış ara yüzeyde olduğunu bildirmişler ve geniş yüzey alanının kullanıldığı klasik test metodlarından daha fazla bağlanma dayanıklılığı değerleri kaydetmişlerdir (Schreiner ve ark 1998, Tanumiharja ve ark 2000). Dentine bağlanma dayanımı, bağlantı yüzey alanı ile ters orantılıdır. Geniş yüzey alanları düşük bağlanma dayanımı gösterirken, küçük yüzey alanları ise yüksek bağlanma dayanımı göstermektedir (Sano ve ark 1994). Mineye başarılı bağlanma dayanımı değerleri 25 ile 30 MPa arasında değişirken dentine bağlanma değeri ise 17 MPa'ı aşmalıdır (Eick ve ark. 1997, Davidson ve Gee 1984).

Yapılan çalışmalarda makaslama ve gerilim testlerinde kırılmaların % 80' inin dentinde koheziv kırılma ile sonuçlandığı görülmektedir (Van Noort ve ark. 1991; Pashley ve ark. 1995). Mikro gerilim bağlanma dayanım testinde, geleneksel makaslama ve gerilim testlerine göre daha yüksek bağlanma dayanım değeri elde edilmekte böylece daha güvenilir sonuçların ortaya çıktığı düşünülmektedir. Ayrıca bu test yönteminde daha çok adeziv başarısızlık görülmekte, dentindeki koheziv

başarısızlıkların sayısı da oldukça azaltılmaktadır (Craig ve Powers 2002). Mikro gerilim bağlanma test metodu, geleneksel metodlarla elde edilemeyen çok yönlü kullanım sağlamaktadır. Bu test yapılırken, konvansiyonel testlerden daha fazla emek harcanır fakat harcanan emek ve zaman, diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin adezyon kuvvetinin içeriğini anlamak için fayda sağlamaktadır.

Mikro gerilim için hazırlanan örneklerin şekli de, örnek büyüklüğünde (bağlanma yüzey alanı) olduğu gibi bağlanma kuvvetleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Mikro gerilim için üç şekilde örnek hazırlanabilmektedir (Şekil 2):

- a) Çubuk şeklinde (non trimmig)
- b) Kum saati şeklinde (hourglass)
- c) Halter şeklinde (dumbbell)



Şekil 2. Mikro gerilim testi için hazırlanan çeşitli örnek şekilleri: (a) çubuk, (b) halter, (c) kum saati

Çubuk şeklinde örnekler, frez kullanılarak bağlanma alanı büyüklüğü hazırlanmaktadır. SEM analizlerinde özellikle minenin bağlanma yüzeyi olarak kullanıldığı araştırmalarda, kum saati ve halter şekli verilmiş (trimlenmiş) örneklerde, frezlenen alanda kırık hatları gözlemlenmiştir. Bu bulgulara dayanarak özellikle mineden elde edilen örneklerde frezle düzeltme yapılmaması önerilmiştir. Dentindeki örneklerde, minedekilere göre ve çubuk örneklerde, kum saati şeklindekilere göre daha yüksek bağlanma kuvvetleri elde edilebilmektedir. (Ghassemeieh 2008) Aynı zamanda bağlanma kuvveti, örneğin kalınlığının artmasıyla azalmaktadır. Eğer kum saati şekli tercih ediliyorsa yüzey alanı 1x1 mm' yi geçmemelidir (Shono ve ark. 1997). Microtensile teknikte germe gerilim yükü adesivle dental substrat arasında çok küçük bir yüzey alanına uygulanmaktadır. Böyle sınırlanmış bir yüzey alanında stres dağılımının, test ölçümlerinin dental dokuyla materyal arasındaki ara yüz bağlantısını en doğru şekilde gösterecek şekilde eşit olması beklenir.

Ghassemieh, 2008 yılında örneklerin geometrilerinin sonlu elemanlar analizi ile (FEA) bağlanma kuvvetine etkisini araştırdığı çalışmasında, kum saati şeklindeki örneklerin halter şeklindeki ve çubuk şeklindeki örneklere göre daha düşük bağlanma dayanımı ve standart hata gösterdiğini bildirmiştir. Çubuk ve halter şekilli örnekler arasında anlamlı bir farklılık olmadığını ve yüksek modülslü adezivler kullanıldığı zaman bu üç örnek geometrisinin bağlanma dayanımı değerleri arasındaki farkın büyüdüğünü, ortaya koymuştur (Ghassemieh 2008).

2.5.3.1. Mikro gerilim test metodunun avantajları

1. Tek bir diştten çok sayıda numune alınabilinmesini sağlar ve böylece tek diş için ortalama ve varyans değerleri hesaplanabilir.

2. Yüksek ara yüz bağlanma dayanıklılığı ölçülebilir.
3. Bölgesel bağlanma dayanıklılığının ölçümüne izin verilir.
4. Küçük alanlarda çalışıldığı için uygulanan stres dağılımı daha homojen olur. Bu yüzden geleneksel metodlardan daha az koheziv bağlanma görülür.
5. İrregüler yüzey üzerinde yapılan bağlanma testlerine izin verir.
6. Çok küçük alanların bağlanmalarının tespitine izin verir.
7. Yüzey alanı yaklaşık 1mm^2 olduğundan başarısız bağlanma yüzeylerinin SEM ile değerlendirilmesini kolaylaştırır.
8. Koheziv kopmadan çok adeziv kopma başarısızlık şekli görülür. (Sano ve ark 1994, Pasley ve ark 1995,1999,Sudsangiam ve Van Noort 1999,Shono ve ark. 1999)

2.5.3.2. Mikro gerilim test metodunun dezavantajları:

1. Laboratuvar işlemleri zordur ve teknik hassasiyet gerektirir.
2. Özel donanım gerektirir.
3. Örnekler çok küçük olduğu için kolaylıkla dehidrate olabilirler
4. 5 MPa'dan küçük bağlanma dayanımı değerlerini ölçmek zordur. (Sano ve ark 1994, Pasley ve ark 1995,1999, Sudsangiam ve Van Noort 1999, Shono ve ark 1999)

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı'nda yürütülmüştür. Çalışmamızda çürüksüz çekilmiş 20 yaş dişlerine, ev tipi ve ofis tipi beyazlatma ajanlarıyla beyazlatma işlemleri uygulanmış ve bu işlemleri takiben farklı bekleme sürelerinin sonunda dişlere uygulanan restorasyonların mikro gerilim bağlanma dayanımları in vitro olarak değerlendirilmiştir.

3.1. Kullanılan Materyaller

Çalışmamızda deney gruplarına uygulanan beyazlatma işlemleri için % 10'luk karbomit peroksit içeren Opalesence PF (Ultradent Product, USA, Ohio) ve %38' lik hidrojen peroksit içeren Opalesence Boost (Ultradent Product, USA, Ohio) beyazlatma ajanları kullanıldı. Kontrol gruplarındaki ve bekleme süreleri sonrasındaki deney gruplarındaki kavitelere, Adper Single Bond (3M ESPE, Sao Paulo, ABD) dentin bonding ajanı uygulandı ve Filtek Supreme XT (3M ESPE, Sao Paulo, ABD) kompozit materyali kullanılarak restorasyonlar gerçekleştirildi. Polimerizasyon işlemi ışık gücü 600 mW/cm² olan quartz-tungsten-halojen bir ışık kaynağı (VIP; Bisco Inc.Schaumburg,IL,ABD) kullanılarak gerçekleştirildi . Cihazın ışık gücü düzenli aralıklarla bir radyometre ile (Hilux Ledmax Light Curing Meter, Benlioglu Dental Inc, Ankara, Türkiye) ölçülerek kontrol edildi. Kontrol ve deney gruplarının mikro gerilim bağlanma dayanımı testlerine hazırlıkları için hassas kesme cihazı (Isomet 1000, Buehler, ABD) kullanıldı. Kopma değerlerinin ölçümü için mikro gerilim bağlanma cihazından faydalanıldı. (Bisco Inc, ABD) Kopma tipleri ise stereomikroskop (Olympus, SZ61, Munster, Germany) ile incelendi.

Çalışmamızda kullanılan materyallerin kimyasal içerikleri ve üretici firmalar tablo 2 de, cihazlar ise tablo 3 de gösterilmektedir.

Tablo 2: Çalışmada kullanılan materyallerin kimyasal içerikleri ve materyallerin üretici firmaları

MATERYAL	ÜRÜN	İÇERİKLERİ	ÜRETİCİ
Ev tipi beyazlatma ajanı	Opalasence PF %10	%10 karbomit peroksit, potasyum nitrat, %0,11 florid	Ultradent, Utah, ABD
Ofis tipi beyazlatma ajanı	Opalasence Boost	%38 hidrojen peroksit, %1,1 florid, %3 potasyum nitrat	Ultradent, Utah, ABD
Kompozit reçine	Filtek Ultimate	BİS-GMA, UDMA, TEGDMA, PEGDMA, BİS-EMA, Doldurucu 20 nm silika, 4-11 nm zirkonyum partiküller, (ağırlıkça %78,5)	3M ESPE, St Paul, MN, ABD
Bonding ajanı	Adper Single Bond	BİS-GMA, HEMA, dimetakrilatlar, polyalenoik asit polimerleri, su ve etanol	3M ESPE, St Paul, MN, ABD
Asit	Total etch (Kerr) etchant gel)	% 37.5 fosforik asit	Kerr, Orange, CA, USA

Tablo 3: Çalışmada kullanılan cihazların marka, model ve üretici firmaları

CİHAZ	MARKA VE MODELİ	ÜRETİCİ FİRMA
Zımparalama cihazı	Metaserv 250 Grinder-Polisher	Buehler ABD
Elmas bıçak	Diamond Wafering Blade, No: 11-4254	Buehler , ABD
Stereomikroskop	Olympus, SZ61,	Munster, Almanya
Işık aleti	VIP	Bisco Inc. Schaumburg, IL, ABD
Mikro gerilim test cihazı (Cuicci apereyi)	Microtensile tester	Bisco Inc, Schaumburg, IL, ABD
Hassas kesme cihazı	Isomet 1000	Buehler, ABD

3.2. Dişlerin Seçimi

Çalışmamızda çeşitli nedenlerden dolayı çekilmiş 36 adet apeksifikasyonu tamamlanmış, çürüksüz üçüncü büyük azı dişi kullanıldı. Çekimi takiben dişler üzerindeki yumuşak doku artıkları, kemik parçacıkları ve diş taşları periodontal bir küret yardımıyla uzaklaştırıldı. Seçilen dişler oda sıcaklığında distile su içerisinde en fazla 3 ay bekletildi. Saklama sıvısı her hafta periyodik olarak değiştirildi. 4 adet diş rastgele kontrol grubu olarak seçildi ve bu dişlere beyazlatma uygulaması yapılmadı.

Geriye kalan 32 diş yarısı ev tipi ve diğer yarısı ofis tipi beyazlatma uygulanmak üzere her birinde 2 dişin bulunduğu toplam 16 gruba ayrıldı.

3.3. Grupların Oluşturulması

Çalışmada kullanılacak 36 dişin 4 tanesi beyazlatma uygulanmayan kontrol grubu olarak ayrılmış ve bu dişlere herhangi bir beyazlatma işlemi yapılmamıştır. Geriye kalan 32 dişin yarısına ev tipi beyazlatma işlemi, diğer yarısına ise ofis tipi beyazlatma işlemi uygulanmıştır. Beyazlatma uygulanmış dişler kompozit reçinenin bağlanacağı güne kadar, 0 (24 saat), 7, 14, 21 gün süre ile %100 nemli ortamda oda ısısında bekletilmiştir. Beyazlatılmış dişlere mine ve dentin yüzeylerine ayrı ayrı dentin adezivi ve kompozit reçine uygulaması için her bir bekleme süresi ve beyazlatma yöntemi için 2 diştten oluşan 16 grup oluşturulmuştur (Tablo 4).

3.4. Beyazlatma İşlemlerinin Uygulanması

3.4.1. Ev Tipi Beyazlatma Uygulaması:

Ev tipi beyazlatma ajanı kullanılacak olan deney gruplarındaki örneklerin vestibül yüzeylerine beyazlatıcı ajan olarak, %10'luk karbomit peroksit içeren Opalescence PF (Ultradent Product, Ohio, ABD) üretici firma önerileri doğrultusunda günde 8 saat olacak şekilde, iki hafta boyunca, oda ısısında uygulanmıştır. Standartizasyonun sağlanabilmesi açısından tüm beyazlatma işlemlerinin aynı zamanda, aynı şartlar altında yapılmasına dikkat edilmiştir. Beyazlatıcı jel yaklaşık 0,5-1 mm kalınlığında dişlerin vestibül yüzeylerine fırça yardımı ile sürülmüştür. Sürülen jel 8 saat sonra temiz bir diş fırçası ile akan su altında, uzaklaştırılmıştır. Beyazlatma işlemi süresince, iyon difüzyonunu engellemek için, örnekler serum fizyolojik yerine %100

nemli ortamda, oda ısısında saklanmıştır. Bunun için saklama kaplarının kapaklarına serum fizyolojik ile nemlendirilmiş pamuk peletler yerleştirilmiştir.

3.4.2. Ofis Tipi Beyazlatma Uygulaması

Ofis tipi beyazlatma ajanı kullanılan deney gruplarındaki örneklerin vestibül yüzeylerine %38'lik hidrojen peroksit içeren Opalassence Boost (Ultradent Product, Ohio, ABD) üretici firma önerileri doğrultusunda 0,5-1 mm kalınlığında olacak şekilde fırça yardımı ile 15 dakika süreyle uygulanmıştır. 15 dakika sonunda beyazlatma ajanı pamuk pelet yardımı ile uzaklaştırılmıştır. Aynı uygulama 3 kez tekrarlanmış, toplam 15'er dakikalık 4 uygulama yapılmıştır. Böylece beyazlatıcı ajan toplam 60 dakika süre ile uygulanmıştır.

Tablo 4: Çalışma grupları

GRUP	BEYAZLATMA YÖNTEMİ	BAĞLANMA YÜZEYİ	BAĞLANMA ZAMANI (GÜN)
1 (kontrol)	Yapılmadı	<i>Mine</i>	-----
2	Ofis	<i>Mine</i>	O. (24 saat)
3	Ofis	<i>Mine</i>	7.
4	Ofis	<i>Mine</i>	14.
5	Ofis	<i>Mine</i>	21.
6	Ev	<i>Mine</i>	O. (24 saat)
7	Ev	<i>Mine</i>	7.
8	Ev	<i>Mine</i>	14.
9	Ev	<i>Mine</i>	21.
10 (kontrol)	Yapılmadı	Dentin	-----
11	Ofis	Dentin	O. (24 saat)
12	Ofis	Dentin	7.
13	Ofis	Dentin	14.
14	Ofis	Dentin	21.
15	Ev	Dentin	O. (24 saat)
16	Ev	Dentin	7.
17	Ev	Dentin	14.
18	Ev	Dentin	21.

3.5. Örneklerin Hazırlanması

3.5.1. Mine Grubundaki Örneklerle Dentin Adezivi ve Kompozit Reçine Uygulaması

Bu gruptaki dişlere (Grup 2-9) ofis tipi ve ev tipi beyazlatma uygulamaları yukarıda açıklanan şekilde yapıldıktan sonra 1, 7, 14,21 gün distile su içinde bekletilmiştir. Bekleme sürelerinin sonunda kompozit reçine dişlerin bukkal yüzeyine bağlanmıştır. Bukkal yüzeyin konveksitesi standart bağlanma yüzeyi oluşturulmasını engellemektedir. Standart bağlanma yüzeyi elde edilebilmesi için dişler uzun eksene paralel olarak düzgün mine yüzeyi oluşturmak ve “smear” tabakasını standardize etmek amacıyla 600 gritlik silikon-karbit su zımparası diski ile zımparalama cihazı kullanılarak 60 saniye süre ile aşındırılmıştır. Daha sonra yüzeyler bir stereomikroskop (Olympus SZ61, Munster, Germany) ile olası dentin dokusu varlığı açısından incelenmiştir. Dentinin açığa çıktığı dişler araştırma dışına çıkartılmış ve kullanılmamıştır. Düzleştirilmiş bukkal yüzeye, % 37,5’ luk fosforik asit (Kerr Etchant Jel ABD) 30 sn süre ile uygulanmıştır, ~2,5 bar’lık hava basıncı ile ~10 mm mesafeden 15 sn süre ile yıkanmış ve 5 sn süre ile hava uygulamasıyla kontrollü olarak kurutulmuştur. Dentin bağlayıcı (Adper Single Bond, 3M ESPE, ST PAUL, MN, ABD) ve kompozit reçine Filtek Ultimate (3M ESPE, Sao Paulo, ABD) üretici firmanın önerileri doğrultusunda uygulanmıştır. “Tofflemire” taşıyıcı ve 6 mm yüksekliğinde düz metal matris bandı, reçine Filtek Ultimate (3M ESPE, Sao Paulo, ABD) bağlanma yüzeyine uygulanarak, kompozit reçine yerleştirilebilmesi için 4 mm yüksekliğinde kalıp oluşturulmuştur. Kalıp içine, her biri 2 mm kalınlığında iki tabaka kompozit reçine yerleştirilmiş ve her bir tabaka ayrı ayrı 40 sn süreyle 600 mW/cm^2 ışık gücündeki kuantz halojen ışık kaynağı kullanılarak polimerize edilmiştir (Şekil 3). Kontrol

grubundaki dişlere (Grup 1) aynı uygulamalar yapılmış ancak bu örneklerle beyazlatma prosedürü uygulanmamıştır.

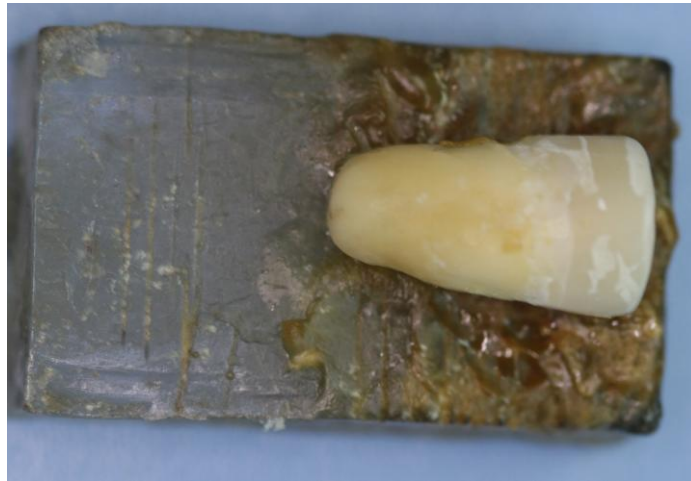


Şekil 3 . Mine yüzeyine kompozit reçinenin bağlanması.

3.5.2. Dentin Grubundaki Örneklerle Dentin Adezivi Ve Kompozit Reçine Uygulaması

Bu gruptaki dişlere (Grup 11-18) ofis tipi ve ev tipi beyazlatma uygulamaları yukarıda açıklanan şekilde yapıldıktan sonra 1, 7, 14,21 gün distile su içinde bekletilmiştir. Kompozit reçinenin bağlanacağı yüzeyinin açığa çıkarılması için anatomik kuronun okluzal 1/3 bölümünün hemen altından su soğutması altında düşük devirli bir hassas kesme cihazı (IsoMet 1000, Buehler, ABD) ve bir elmas kesme diski (IsoMet Blade, ABD) kullanılarak uzaklaştırılmıştır. Açığa çıkarılan yüzeyler bir stereomikroskop (Olympus SZ61, Munster, Germany) ile olası mine dokusu varlığı açısından incelenmiştir. Düz dentin yüzeyleri elde etmek ve uniform bir smear tabakası oluşturmak için örneklerin dentin yüzeyleri su altında 600 gritlik silikon karbit zımpara diski (Buehler-Met II Silicon carbide grinding paper P400/600, ABD) ile 60 sn süre ile zımparalama cihazı kullanılarak aşındırılmıştır. Aşındırma süresi, oluşturulan smear

tabakasının tüm örneklerde sabit olabilmesi için aynı tutulmuştur. Düzleştirilmiş dentin yüzeyine, %37.5' luk fosforik asit (Kerr Etchant Jel ABD) ile 15 sn süre ile uygulanmış, ~2.5 bar'lık hava basıncı ile ~10 mm mesafeden su ile 15 sn yıkanmış ve 5 sn süre ile hava uygulamasıyla kontrollü olarak kurutulmuştur. Dentin bağlayıcı (Adper single Bond, 3M ESPE,ST PAUL, MN, ABD) ve kompozit reçine (Filtek Ultimate, 3M ESPE,ST PAUL, MN, ABD) üretici firmanın önerileri doğrultusunda uygulanmıştır. “Tofflemire” taşıyıcı ve 6 mm yüksekliğinde düz metal matris bandı, reçine bağlanma yüzeyine uygulanarak, 4 mm yüksekliği olan kompozit reçine yerleştirilebilmesi için kalıp oluşturulmuştur. Kalıp içine, her biri 2 mm kalınlığında iki tabaka kompozit reçine yerleştirilmiş ve her bir tabaka ayrı ayrı 40 sn süreyle 600 mW/cm^2 ışık gücündeki kuartz halojen ışık kaynağı kullanılarak polimerize edilmiştir (Şekil 4). Kontrol grubundaki dişlere (grup 10) aynı uygulamalar yapılmış ancak bu örneklerle beyazlatma prosedürü uygulanmamıştır.

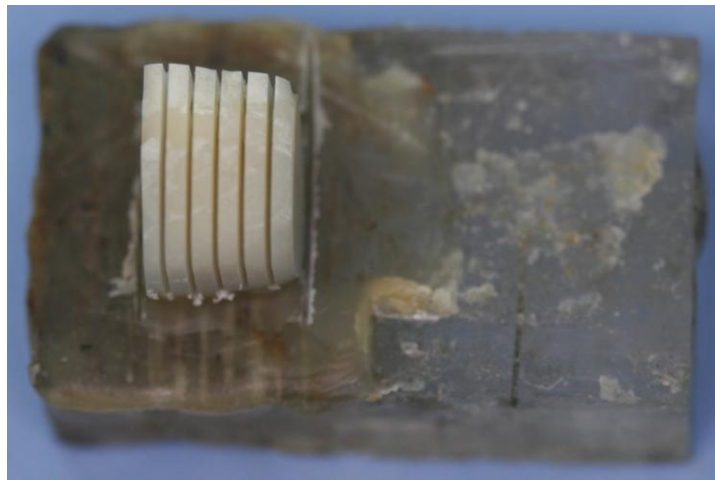


Şekil 4. Dentin yüzeyine kompozit reçinenin bağlanması.

3.6. Mikro Gerilim Bağlanma Dayanımı Ölçümü

Bağlanma deneyleri İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı'ndaki Araştırma Laboratuvar'ında gerçekleştirilmiştir.

Kompozit reçine bağlanmış örnekler, mikro gerilim bağlanma dayanımı testi için hazırlanma aşamasına geçmeden önce 24 saat distile suda bekletildi. Dişler, bağlanma yüzeyine dik olacak şekilde önce mesiodistal, sonra da vestibülo-lingual yönde su soğutması altında düşük hızda 0,3 mm kalınlığındaki elmas disk (IsoMet Blade Buehler, ABD) ile hassas kesme cihazı (ISOMET 1000. Buehler, ABD.) ile kesilerek, yüzey alanı 1.0 x 1.0 mm, ve uzunluğu 8-9 mm olan kare kesitli dentin-kompozit ve mine-kompozit çubuklar elde edilmiştir (Şekil 5, 6,7). Kesme hızı minede 200 RPM, dentinde ise 400 RPM olarak belirlenmiştir. Çalışma gruplarının her birinde 20 adet çubuk elde edilerek toplam 360 çubuk üzerine mikro-gerilme testi uygulanmıştır. Örneklerin tümü, hazırlanmaları ve test işlemi süresi boyunca nemli ortamda saklanmıştır.

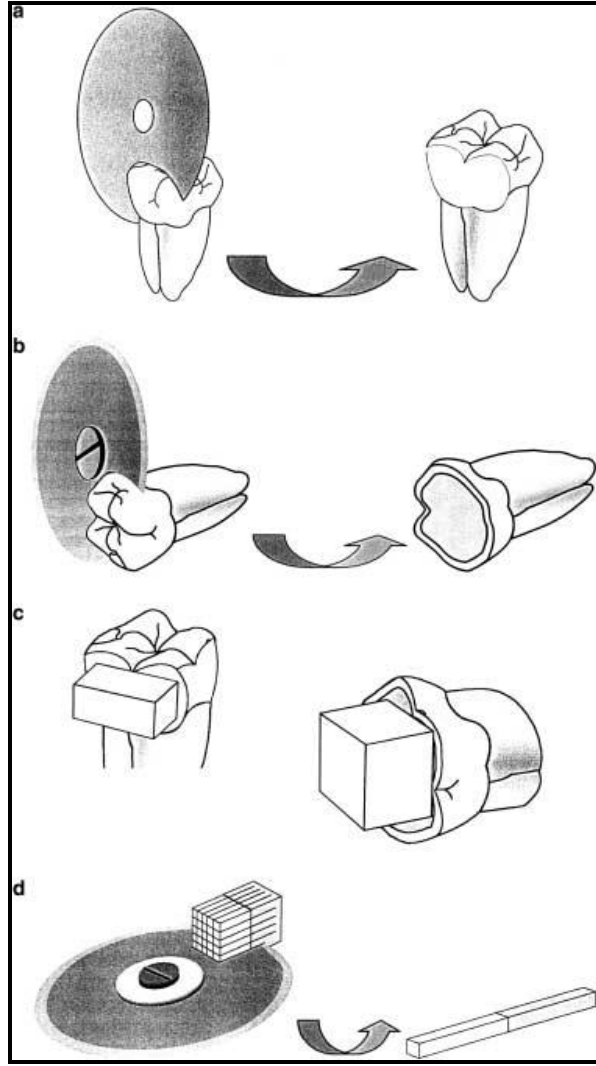


Şekil 5. Mikro gerilim testi için örneklerden mesiodistal yönden kesit alınması.

Kesit alma işlemi sonrasında elde edilen çubuk şeklindeki örnekler test cihazına yerleştirildiler. Cihaza yerleştirilme sırasında kopma gösteren örnekler çalışma dışına çıkarıldı. Cihaza yerleştirilen örnekler kompozit ve dentin-mine uçlarından siyanoakrilat esaslı bir yapıştırıcı (Zapit, Dental Ventures of America Inc, Corona, CA, ABD) ile sabitlendiler. Bu işlem sırasında kullanılan yapıştırıcının ve hızlandırıcısının çubuk şeklindeki örneklerin bağlanma yüzeylerine bulaşmamasına özen gösterildi. Örnekler kopmanın gerçekleştiği en düşük değer elde edilene kadar universal test cihazında (Microtensile tester, Bisco Inc, ABD) 1mm/dk’lık hızda 500 N’luk gerilme kuvveti uygulanarak strese maruz bırakıldılar. Kuvvet birimi “Newton” (N) olarak kalibre edildiği için kopma anındaki değerler aletin dijital göstergesinde sabitlenmiş ve bu değerler kaydedilmiştir. Daha sonra ölçülen mikro gerilim bağlanma dayanım değerlerinin birimleri Newton cinsinden “Megapaskala” (MPa) dönüştürülmüştür (Kuvvet/Yüzey Alanı).



Şekil 6. Mikro gerilim testi için örneklerden vestibulolingual yönden kesit alınması.

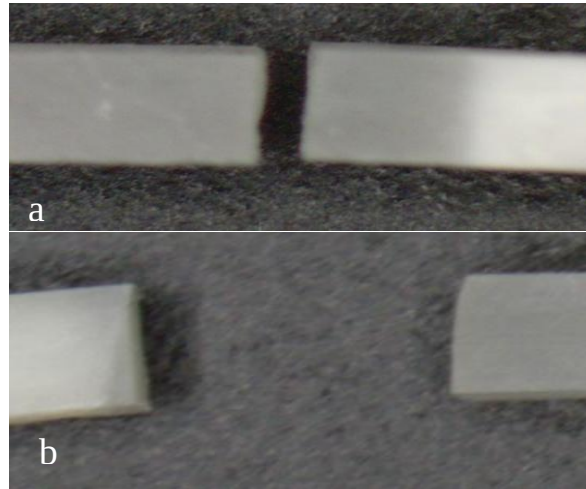


Şekil 7. Mikro gerilim testi için mine ve dentine bağlanmış kompozit reçinelerden mine-kompozit ve dentin kompozit çubuklarının elde edilmesi. (a) mine yüzeyinin dentin dokusu ortaya çıkarılmadan hazırlanışı. (b) Dentin testi için dişin hazırlanışı: düz yüzey oluşturmak için okluzal 1/3 elmas bıçakla ortadan kaldırılmıştır. (c). Mine ve dentin üzerine yerleştirilen kompozit bloklar. (d). Dişin x ve y aksları boyunca kesilimi ve çubukların oluşturulması

3.7. Kırılma Tiplerinin İncelenmesi

Mikro-gerilim testinden sonra stereomikroskop (Olympus SZ61, Munster, Germany) ve stereomikroskoba uyumlu görüntüleme sistemi (Olympus soft SC30, Munster, Germany) yardımı ile x40 büyütme kullanılarak tüm numunelerin kırık yüzeylerinin mikromorfolojisi araştırılmıştır.

Başarısızlık tipleri koheziv tip başarısızlık (dentin/mine veya kompozitte), adeziv tip başarısızlık (dentin/mine-bonding, bonding-kompozit ara yüzeyinde) olarak kaydedildi (Şekil 8).



Şekil 8. Kopma tipleri: a. Koheziv kopma kompozit reçinede ve sert dokuda), b. adeziv kopma

3.8. Verilerin İstatiksel Analizi

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 15.0 programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiş ve parametrelerin normal dağılıma uygun olduğu saptanmıştır. Niceliksel verilerin karşılaştırmalarında Student t test kullanıldı. Niteliksel verilerin karşılaştırılmasında ise Fisher's Exact Ki-Kare testi kullanıldı. Anlamlılık $p<0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

4. BULGULAR

Çalışmamızda çürüksüz, çekilmiş 20 yaş dişlerine, ev tipi ve ofis tipi beyazlatma ajanlarıyla beyazlatma işlemleri uygulanmış ve bu işlemleri takiben 24 saat, 7gün,14 gün ve 21 günlük bekleme sürelerinin ardından bu dişlere uygulanan kompozit restorasyonların mikro gerilim bağlanma dayanımı testleri sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

4.1. Ofis Tipi Beyazlatma Uygulaması Sonrası Kompozit Reçinelerin Mineye Mikro Gerilim Bağlanma Dayanımı Değerleri

Ofis tipi beyazlatma uygulaması sonrası kompozit reçinelerin mineye mikro gerilim bağlanma dayanımı değerleri Tablo 5 ve Şekil 9 de gösterilmektedir. Beyazlatma işlemi uygulanmayan kontrol grubu dişlerinden dentin adezivi ve kompozit reçine uygulaması sonrası hassas kesme cihazıyla elde edilen mine-kompozit çubuklarına, mikro gerilim bağlanma testi uygulanmıştır. Bu grubun (Grup 1) mikro gerilim bağlanma dayanımı ölçümlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri $34,01 \pm 8,19$ mPa olarak saptanmıştır.

Ofis tipi beyazlatma uygulaması yapıldıktan 24 saat sonra (0.gün), 2. gruptaki dişlere dentin adezivi ve kompozit reçine uygulanması sonrası elde edilen mine-kompozit çubukların mikro gerilim bağlanma dayanımı ölçümlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri $23,76 \pm 6,61$ mPa olarak saptanmıştır.

Ofis tipi beyazlatma işleminden sonra 7 gün bekleyen 3. Gruptaki dişlere dentin adezivi ve kompozit reçine uygulanmasından sonra elde edilen mine kompozit

çubukların mikro gerilim bağlanma dayanımı ölçümlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri $25,28 \pm 4,26$ mPa olarak saptanmıştır.

Ofis tipi beyazlatma işleminden sonra 14 gün bekleyen 4. Gruptaki dişlere dentin adezivi ve kompozit reçine uygulanmasından sonra elde edilen mine kompozit çubukların mikro gerilim bağlanma dayanımı ölçümlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri $30,55 \pm 5,93$ mPa olarak saptanmıştır.

Ofis tipi beyazlatma işleminden sonra 21 gün bekleyen 5. Gruptaki dişlere dentin adezivi ve kompozit reçine uygulanmasından sonra elde edilen mine kompozit çubukların mikro gerilim bağlanma dayanımı ölçümlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri $28,49 \pm 4,49$ mPa olarak saptanmıştır.

Kontrol grubu ile ofis tipi beyazlatma uygulamasından elde edilen mikro gerilim bağlanma değerlerinin istatistiksel karşılaştırmasında, 0. gün, 7. gün ve 21. günlerde anlamlı düşüşler görülürken ($p < 0.05$, $p < 0.01$); 14 günde anlamlı fark saptanmamıştır ($p > 0.05$).

Ofis tipi beyazlatma uygulanmış grupların zamana bağlı mikro gerilim bağlanma dayanım değerlerinin istatistiksel karşılaştırılmasında, 0. Günde elde edilen mikro gerilim bağlanma dayanımı, 7. günde elde edilen mikro gerilim bağlanma dayanımı değerine göre anlamlı olarak değişmezken ($p > 0.05$); 14. gün ve 21. günlerde görülen artışlar istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlıdır ($p < 0.01$).

7. günde elde edilen mikro gerilim bağlanma dayanımı değeri; 14. Gün ve 21. Günlerde elde edilen değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı artış göstermiştir ($p < 0.01$, $p < 0.05$).

14. gündeki kopma ortalamasına göre 21. Günde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p > 0.05$).

4.2. Ev Tipi Beyazlatma Uygulaması Sonrası Mine Grubu Örneklerinin Mikro gerilim Bağlanma Dayanımı Değerleri Ve Karşılaştırması

Ev tipi beyazlatma uygulaması sonrası kompozit reçinelerin mineye mikro gerilim bağlanma dayanımı değerleri Tablo 5 ve Şekil 9 de gösterilmektedir. Burada da kontrol grubumuz herhangi bir uygulama farklılığı olmadığı için Grup1 dir ve mikro gerilim bağlanma dayanımı ölçümlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri $34,01 \pm 8,19$ mPa olarak alınmıştır.

Ev tipi beyazlatma uygulaması yapıldıktan 24 saat sonra, 6. Gruptaki dişlere dentin adezivi ve kompozit reçine uygulanması sonrası elde edilen dentin kompozit çubukların mikro gerilim bağlanma dayanımı ölçümlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri $28,94 \pm 8,29$ mPa olarak saptanmıştır.

Ev tipi beyazlatma işleminden sonra 7 gün bekleyen 7. Gruptaki dişlere dentin adezivi ve kompozit reçine uygulanmasından sonra elde edilen dentin kompozit çubukların mikro gerilim bağlanma dayanımı ölçümlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri ise $29,17 \pm 7,60$ mPa olarak saptanmıştır.

Ev tipi beyazlatma işleminden sonra 14 gün bekleyen 8. Gruptaki dişlere dentin adezivi ve kompozit reçine uygulanmasından sonra elde edilen dentin kompozit çubukların mikro gerilim bağlanma dayanımı ölçümlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri $32,86 \pm 10,11$ mPa olarak saptanmıştır.

Ofis tipi beyazlatma işleminden sonra 21 gün bekleyen 9. Gruptaki dişlere dentin adezivi ve kompozit reçine uygulanmasından sonra elde edilen mine kompozit çubukların mikro gerilim bağlanma dayanımı ölçümlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri $28,89 \pm 8,61$ mPa olarak saptanmıştır.

Kontrol Grubu ölçümüne göre 0. Gün, 7. Gün, 14. Gün ve 21. Günlerdeki mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0.05$).

0. gün mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamasına göre, 7. Gün, 14. Gün ve 21. Günlerdeki mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0.05$).

7. gündeki mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamasına göre; 14. Gün ve 21. Günlerdeki mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0.05$).

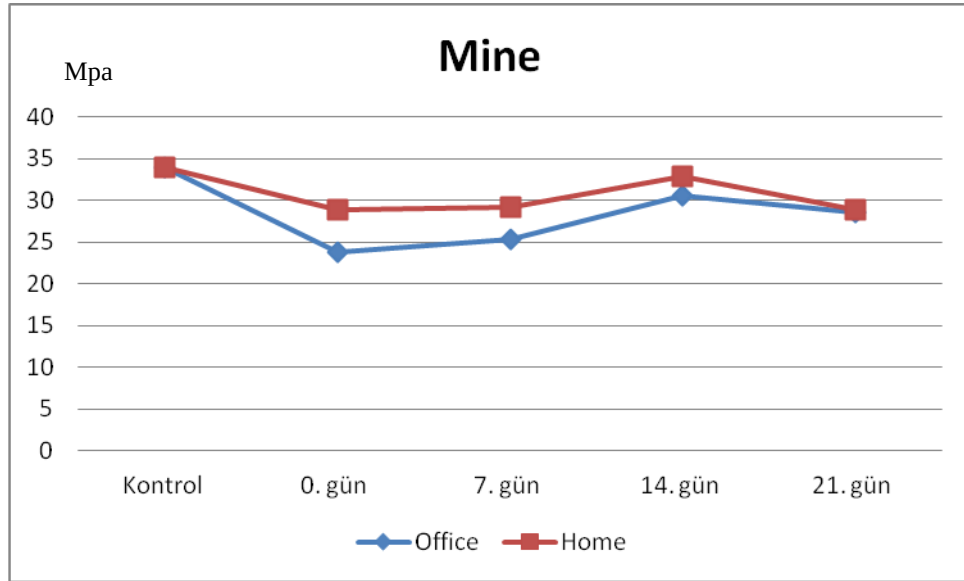
14. gündeki mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamasına göre 21. Günde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0.05$).

Beyazlatma tiplerine göre minede Kontrol Grubu, 7. Gün, 14. Gün ve 21. Günlerdeki kopma düzeyi ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken ($p>0.05$); Ev tipi beyazlatıcıların 0. Gün mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamaları, ofis tipi beyazlatıcılardan anlamlı düzeyde yüksektir ($p<0.05$).

Tablo 5. Beyazlatma yöntemlerinin, farklı zaman aralıklarında adeziv reçinenin mineye bağlanmasına etkilerinin istatistiksel karşılaştırılması¹ (Ort±SS, Mpa)

	Beyazlatma Tipi		
	Ofis	Ev	<i>p</i>
Kontrol	34,01±8,19	34,01±8,19	1,000
0. gün	23,76±6,61	28,94±8,29	0,032*
7. gün	25,28±4,26	29,17±7,60	0,059
14. gün	30,55±5,93	32,86±10,11	0,368
21. gün	28,49±4,49	28,89±8,61	0,858
<i>Kontrol – 0.gün (p)</i>	0,001**	0,063	
<i>Kontrol – 7.gün⁺ (p)</i>	0,001**	0,061	
<i>Kontrol – 14.gün (p)</i>	0,131	0,685	
<i>Kontrol – 21.gün (p)</i>	0,012*	0,058	
<i>0.gün – 7.gün (p)</i>	0,365	0,931	
<i>0.gün – 14.gün (p)</i>	0,001**	0,195	
<i>0.gün – 21.gün (p)</i>	0,009**	0,986	
<i>7.gün – 14.gün (p)</i>	0,002**	0,200	
<i>7.gün – 21.gün (p)</i>	0,026*	0,915	
<i>14.gün – 21.gün (p)</i>	0,231	0,181	

¹Student t test * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$



Şekil 9. Beyazlatma yöntemlerinin, adeziv reçinenin mineye bağlanma dayanımı değerlerinin zamana bağlı değişimi

4.3. Ofis Tipi Beyazlatma Uygulaması Sonrası Dentin Grubu Örneklerinin Mikro gerilim Bağlanma Dayanımı Değerleri ve Karşılaştırması

Beyazlatma işlemi yapılmadan dentin grubu için seçilen dişlerden dentin adezivi ve kompozit reçine uygulaması sonrası hassas kesme cihazıyla elde edilen dentin kompozit çubuklarına, mikro gerilim bağlanma testi uygulanmıştır. Ofis tipi beyazlatma uygulaması sonrası kompozit reçinelerin dentine mikro gerilim bağlanma dayanımı değerleri Tablo 6 ve Şekil 10 da gösterilmektedir. Kontrol grubunun (Grup 10) mikro gerilim bağlanma dayanımı ölçümlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri $29,96 \pm 7,19$ mPa olarak saptanmıştır.

Ofis tipi beyazlatma uygulaması yapıldıktan 24 saat sonra, 11. Gruptaki dişlere dentin adezivi ve kompozit reçine uygulanması sonrası elde edilen dentin kompozit çubukların mikro gerilim bağlanma dayanımı ölçümlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri $20,20 \pm 4,15$ mPa olarak saptanmıştır.

Ofis tipi beyazlatma işleminden sonra 7 gün bekleyen 12. Gruptaki dişlere dentin adezivi ve kompozit reçine uygulanmasından sonra elde edilen dentin kompozit çubukların mikro gerilim bağlanma dayanımı ölçümlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri $19,65 \pm 3,51$ mPa olarak saptanmıştır.

Ofis tipi beyazlatma işleminden sonra 14 gün bekleyen 13. Gruptaki dişlere dentin adezivi ve kompozit reçine uygulanmasından sonra elde edilen dentin kompozit çubukların mikro gerilim bağlanma dayanımı ölçümlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri $30,08 \pm 6,46$ mPa olarak saptanmıştır.

Ofis tipi beyazlatma işleminden sonra 21 gün bekleyen 14. Gruptaki dişlere dentin adezivi ve kompozit reçine uygulanmasından sonra elde edilen dentin kompozit çubukların mikro gerilim bağlanma dayanımı ölçümlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri $24,95 \pm 6,45$ mPa olarak saptanmıştır.

Kontrol grubu ölçümüne göre 0. Gün, 7. Gün ve 21. Günlerdeki mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı düşüşler görülürken ($p < 0.05$, $p < 0.01$); Kontrol grubu ölçümüne göre 14. Gün mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamasında anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p > 0.05$).

0. gün mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamasına göre, 7. Günde anlamlı değişim görülmezken ($p > 0.05$); 14. Gün ve 21. Günlerde görülen artışlar istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlıdır ($p < 0.01$).

7. gündeki mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamasına göre; 14. Gün ve 21. Günlerde görülen artışlar istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlıdır ($p < 0.01$).

14. gündeki mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamasına göre 21. Günde görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$).

4.4. Ev Tipi Beyazlatma Uygulaması Sonrası Dentin Grubu Örneklerinin Mikro gerilim Bağlanma Dayanımı Değerleri ve Karşılaştırması

Ev tipi beyazlatma uygulaması sonrası kompozit reçinelerin dentine mikro gerilim bağlanma dayanımı değerleri Tablo 6 ve Şekil 10 da gösterilmektedir. Burada da kontrol grubumuz herhangi bir uygulama farklılığı olmadığı için Grup 10 dur ve mikro gerilim bağlanma dayanımı ölçümlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri $29,96 \pm 7,19$ mPa olarak alınmıştır.

Ev tipi beyazlatma uygulaması yapıldıktan 24 saat sonra, 15. Gruptaki dişlere dentin adezivi ve kompozit reçine uygulanması sonrası elde edilen dentin kompozit çubukların mikro gerilim bağlanma dayanımı ölçümlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri $22,08 \pm 5,01$ mPa olarak saptanmıştır.

Ev tipi beyazlatma işleminden sonra 7 gün bekleyen 16. Gruptaki dişlere dentin adezivi ve kompozit reçine uygulanmasından sonra elde edilen dentin-kompozit çubukların mikro gerilim bağlanma dayanımı ölçümlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri ise $22,30 \pm 6,65$ mPa olarak saptanmıştır.

Ev tipi beyazlatma işleminden sonra 14 gün bekleyen 17. Gruptaki dişlere dentin adezivi ve kompozit reçine uygulanmasından sonra elde edilen dentin kompozit çubukların mikro gerilim bağlanma dayanımı ölçümlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri $26,88 \pm 4,66$ mPa olarak saptanmıştır.

Ev tipi beyazlatma işleminden sonra 21 gün bekleyen 18. Gruptaki dişlere dentin adezivi ve kompozit reçine uygulanmasından sonra elde edilen mine kompozit çubukların mikro gerilim bağlanma dayanımı ölçümlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri $24,33 \pm 8,62$ mPa olarak saptanmıştır.

Kontrol Grubu ölçümüne göre 0. Gün, 7. Gün ve 21. Günlerdeki mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı düşüşler görülürken ($p < 0.05$, $p < 0.01$); Kontrol Grubu ölçümüne göre 14. Gün mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamasında anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p > 0.05$).

0. Gün mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamasına göre, 7. Günde anlamlı değişim görülmezken ($p > 0.05$); 14. Günde görülen artış, istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlıdır ($p < 0.01$). 0. Güne göre 21. Gün bağlanma dayanımı düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p > 0.05$).

7. gündeki kopma ortalamasında göre; 14. Günde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı iken ($p<0.05$); 7. Güne göre 21. Günde anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p<0.05$).

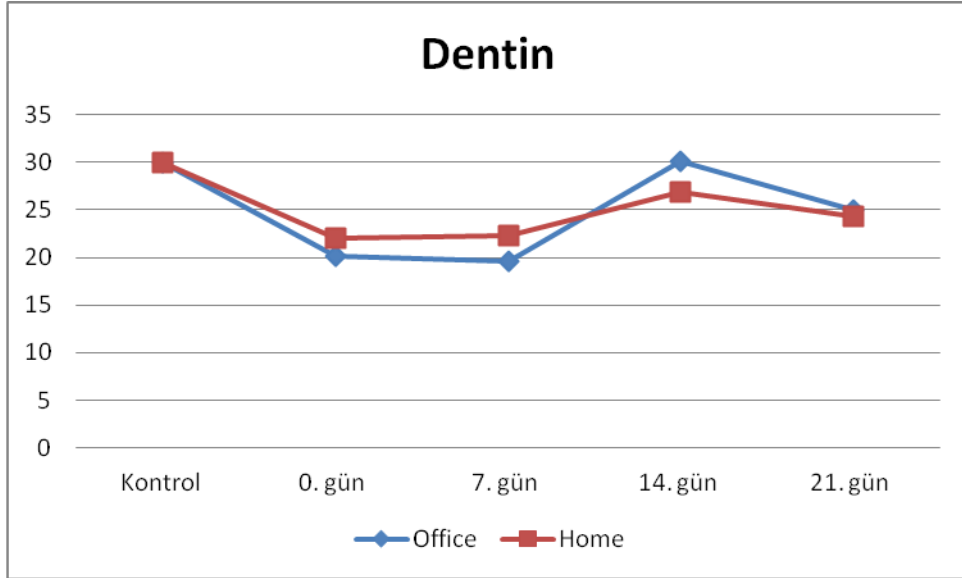
14. gündeki mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamasına göre 21. Günde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0.05$).

Beyazlatma tiplerine göre dentinde, Kontrol Grubu, 0. Gün, 7. Gün, 14. Gün ve 21. Günlerdeki mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Tablo 6. Beyazlatma yöntemlerinin, farklı zaman aralıklarında adeziv reçinenin dentine bağlanmasına etkilerinin istatistiksel karşılaştırılması¹ (Ort±SS, Mpa)

	Beyazlatma Tipi		<i>p</i>
	Ofise	Ev	
Kontrol	29,96±7,19	29,96±7,19	1,000
0. gün	20,20±4,15	22,08±5,01	0,201
7. gün	19,65±3,51	22,30±6,65	0,137
14. gün	30,08±6,46	26,88±4,66	0,083
21. gün	24,95±6,45	24,33±8,62	0,766
<i>Kontrol – 0.gün p</i>	0,001**	0,001**	
<i>Kontrol – 7.gün⁺ p</i>	0,001**	0,001**	
<i>Kontrol – 14.gün p</i>	0,952	0,116	
<i>Kontrol – 21.gün p</i>	0,015*	0,015*	
<i>0.gün – 7.gün p</i>	0,630	0,914	
<i>0.gün – 14.gün p</i>	0,001**	0,004**	
<i>0.gün – 21.gün p</i>	0,005**	0,260	
<i>7.gün – 14.gün p</i>	0,001**	0,020*	
<i>7.gün – 21.gün p</i>	0,001**	0,372	
<i>14.gün – 21.gün p</i>	0,011*	0,191	

¹Student t test * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$



Şekil 10. Beyazlatma yöntemlerinin, adeziv reçinenin dentine bağlanma dayanımı değerlerinin zamana bağlı değişimi

4.5. Kopma Tiplerinin Dağılımı ve İstatistiksel Karşılaştırılması

Mine grubunda beyazlatma tiplerine göre kopma tiplerinin dağılımı ve istatistiksel karşılaştırılması Tablo 7 de görülmektedir. Minede kontrol grubu örneklerinin %76,2' sinde adeziv kopma , %23,8' inde ise koheziv kopma meydana gelmiştir. Ofis tipi beyazlatma uygulanan mine örneklerinde 0. günde %87 adeziv kopma, %13 koheziv kopma; 7. günde %81 adeziv kopma, %19. koheziv kopma; 14. günde %85 adeziv kopma, %15 koheziv kopma, 21. günde ise %84,2 adeziv kopma, %15,8 koheziv kopma gerçekleşmiştir.

Ev tipi beyazlatma uygulanan mine örneklerinde ise, 0. günde %83,3 adeziv kopma, %16,7 koheziv kopma; 7. günde %84,2 adeziv kopma, %15,8 koheziv kopma; 14. günde %81,8 adeziv kopma, %18,2 koheziv kopma, 21. günde ise %85 adeziv kopma, %15 koheziv kopma olmuştur.

Mine grubunda; beyazlatma tiplerine göre Kontrol Grubu ölçümü, 0. Gün, 7. Gün, 14. Gün ve 21. Günlerdeki kopma tiplerinin dağılım oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Tablo 7: Mine grubunda beyazlatma tiplerine göre kopma tiplerinin dağılımı ve istatistiksel karşılaştırılması*

		Ofis	Home	Toplam	
	Kopma Tipi	n (%)	n (%)	n (%)	p
Kontrol	AK**	16 (%76,2)	16 (%76,2)	32 (%76,2)	1,000
	KK***	5 (%23,8)	5 (%23,8)	10 (%23,8)	
0. gün	AK	20 (%87,0)	15 (%83,3)	35 (%85,4)	1,000
	KK	3 (%13,0)	3 (%16,7)	6 (%14,6)	
7. gün	AK	17 (%81,0)	16 (%84,2)	33 (%82,5)	1,000
	KK	4 (%19,0)	3 (%15,8)	7 (%17,5)	
14. gün	AK	17 (%85,0)	18 (%81,8)	35 (%83,3)	1,000
	KK	3 (%15,0)	4 (%18,2)	7 (%16,7)	
21. gün	AK	16 (%84,2)	17 (%85,0)	33 (%84,6)	1,000
	KK	3 (%15,8)	3 (%15,0)	6 (%15,4)	

**Fisher's Exact test*

****AK: Adesiv kopma**

***** KK: Kohesif kopma**

Dentin grubunda beyazlatma tiplerine göre kopma tiplerinin dağılımı ve istatistiksel karşılaştırılması Tablo 8 de görülmektedir. Dentinde kontrol grubu örneklerinin %87' sinde adeziv kopma , %13' ünde ise koheziv kopma meydana gelmiştir. Ofis tipi beyazlatma uygulanan dentin örneklerinde 0. günde %85,7 adeziv kopma, %14,3 koheziv kopma; 7. günde %91,7 adeziv kopma, %8,3. koheziv kopma; 14. günde %85,7 adeziv kopma, %14,3 koheziv kopma, 21. günde ise %79,2 adeziv kopma, %20,8 koheziv kopma gerçekleşmiştir.

Ev tipi beyazlatma uygulanan dentin örneklerinde ise, 0. günde %89,5 adeziv kopma, % %10,5 koheziv kopma; 7. günde %94,4 adeziv kopma, %5,6 koheziv kopma; 14. günde % 84,2 adeziv kopma, %15,8 koheziv kopma, 21. günde % 83,3 adeziv kopma, % 16,7 koheziv kopma oluşmuştur.

Dentin grubunda; beyazlatma tiplerine göre kontrol Grubu ölçümü, 0. Gün, 7. Gün, 14. Gün ve 21. Günlerdeki kopma tiplerinin dağılım oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$).

Tablo 8: Dentin grubunda beyazlatma tiplerine göre kopma tiplerinin dağılımı ve istatistiksel karşılaştırılması*

		Ofis	Home	Toplam	
	Kopma Tipi	n (%)	n (%)	n (%)	p
Kontrol	AK**	20 (%87,0)	20 (%87,0)	40 (%87,0)	1,000
	KK***	3 (%13,0)	3 (%13,0)	6 (%13,0)	
0. gün	AK	18 (%85,7)	17 (%89,5)	35 (%87,5)	1,000
	KK	3 (%14,3)	2 (%10,5)	5 (%12,5)	
7. gün	AK	22 (%91,7)	17 (%94,4)	39 (%92,9)	1,000
	KK	2 (%8,3)	1 (%5,6)	3 (%7,1)	
14. gün	AK	18 (%85,7)	16 (%84,2)	34 (%85,0)	1,000
	KK	3 (%14,3)	3 (%15,8)	6 (%15,0)	
21. gün	AK	19 (%79,2)	15 (%83,3)	34 (%81,0)	1,000
	KK	5 (%20,8)	3 (%16,7)	8 (%19,0)	

**Fisher's Exact test*

****AK: Adesiv kopma**

***** KK: Kohesif kopma**

5. TARTIŞMA

Son yıllarda restoratif materyaller ve uygulama teknikleri ile ilgili daha iyi estetik sonuçların elde edilmesine ışık tutan birçok literatür yayınlanmıştır (Türkün ve ark.2002; Çobankara ve ark. 2004; Mielczarek ve ark. 2008; Fang ve ark. 1997). Estetiğin bireyler için her geçen gün önem kazanması diş beyazlatma tedavilerine olan ilgiyi arttırmıştır. Fakat beyazlatma tedavileri tatmin edici kozmetik sonuçlar meydana getirmesine rağmen, beyazlatma işleminin, tedavisi süresince ve sonrasında diş sert dokusunda değişimler ve restoratif materyalle sert doku arasındaki bağlanma kuvvetlerinde azalma gibi negatif yan etkilerinin olması, beyazlatılmış dişlere restoratif materyallerinin uygulanması için en ideal zamanın belirlenmesi açısından önem kazanmıştır. Bu çalışmada, çürüksüz çekilmiş 20 yaş dişlerine, ev tipi ve ofis tipi beyazlatma işlemleri uygulandıktan sonra farklı bekleme sürelerinin beyazlatılmış dişlere uygulanan restorasyonların mikro gerilim bağlanma dayanımları üzerindeki etkileri in vitro olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda bir adet yüksek konsantrasyonda hidrojen peroksit (%38) içeren ofis tipi beyazlatma ajanı ve düşük konsantrasyonda karbomit peroksit (%10) içeren ev tipi beyazlatma ajanı iki farklı sistemin ve konsantrasyonun zamana bağlı olarak bağlanma değerleri üzerlerindeki farklı etkilerinin karşılaştırılması açısından tercih edilmiştir.

Adeziv sistemlerin etkinliği in vitro ve in vivo yapılan çalışmalarla belirlenmektedir. Ancak 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. Ortamın nemliliği, manipülasyon ve örnek seçimi çalışma sonuçlarını etkileyebilir. Laboratuvar testleri ise tek bir değişkeni değerlendirirken, diğer değişkenleri sabit tutmaktadır (Özyeşil ve ark. 2009). Laboratuvar testlerinden bağlanma testleri, dental materyallerin değerlendirilmesinde en sık kullanılan yöntemler arasındadır. Kompozit reçinelerin bağlanma dayanımlarının ölçümünde makaslama (shear) (Cardoso ve ark. 1998,; Fritz ve ark.1996; Verslius ve ark.1997.), gerilim (tensile) (Abdalla 2004; Kato ve Nakabayashi 1996; Oilo 1993), mikro gerilim (microtensile) (Goracci ve ark. 2004; Sano ve ark. 1994; Shono ve ark. 1999; Takahashi ve ark. 2002) ve mikro makaslama (mikro-shear) (Fennis ve ark. 1998; Ellis ve ark.1999) bağlanma dayanımı testleri kullanılmaktadır. Reçine esaslı kompozit materyallerin uygulandığı bağlanma dayanımlarının değerlendirilmesinde kullanılan test yöntemlerinden, en çok tercih edilenleri makro ve mikro gerilme bağlanma dayanımı testleridir (Chadwick ve ark. 1998;Van Meerbeek ve ark. 2003a;Filho ve ark. 2010). Fakat gerilme testlerinde de makaslama testlerinde olduğu gibi yüklemenin biçimi düzensiz stres paternlerine yol açmaktadır (Valandro ve ark 2005; Sano ve ark. 1994).

Diğer taraftan, mikro-gerilme testlerinde kullanılan ve Sano ve ark. (1994) tarafından geliştirilen örnekler bağlanma ara yüzünde standart bir geometriye sahiptir. Bu nedenle ara yüzde daha standart bir stres dağılımı oluşmaktadır. Bu sayede adeziv materyallerin bağlanma kuvveti daha doğru bir şekilde değerlendirilebilmektedir Sano (2006), mikro gerilme bağlanma dayanım yöntemi kullanarak yaptığı çalışmasında uygulanan kuvvetin, diş ile adeziv reçinenin bağlanma ara yüzeyine uygulandığını rapor etmiştir. Bunun yanında adezyon çalışmalarında, gerilme bağlanma dayanımı değerlerinin makaslama bağlanma dayanımı değerlerinden daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir. (Van Meerbeek ve ark. 2003a)

Bizim çalışmamızda, mikro gerilim testinin diğer test yöntemlerinden üstün özelliklerine dayanarak, Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan mikro gerilim test cihazı kullanılarak, mikrogerilme bağlanma dayanım testleri gerçekleştirilmiştir. Mikro gerilim bağlanma testleri diş sert dokuları ile adeziv restoratif materyaller arasındaki bağlanmanın ölçülmesinde kullanılan, tek bir diştten küçük boyutlu birçok kesit elde edilmesine ve dişin spesifik bölgelerindeki bağlanma dayanımının ölçülebilmesi imkan tanıyan bir test yöntemidir. Mikrogerilme bağlanma dayanımı testinin avantajı, bir diştten elde edilen örnek sayısının fazla olması ile stres dağılımı homojen olacağından yüksek bağlanma dayanım değerlerinin ölçülebilmesine olanak tanınmasıdır (Armstrong ve ark. 2010; Goracci ve ark. 2004; Phrukkanon ve ark. 1998).

Mikro gerilme bağlanma dayanımı testinin birçok avantajının yanında bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Testin teknik donanım gerektirmesi, örnek hazırlama aşamasının zor olması hazırlanan örneklerin küçük olması sebebi ile dehidrate olma riski ve hassasiyet gerektirmesi bunlardan bazılarıdır (Van Meerbeek ve ark. 2003a; Armstrong ve ark. 2010; Phasley ve ark. 1995; Shono ve ark. 1999; Van Meerbeek ve ark.2003b).

Sano ve ark.(1994) yaptıkları çalışmada mikro gerilim bağlanma dayanımı ile kesit alanının ters orantılı olduğunu bildirmişlerdir. Alan büyük olduğunda koheziv kırıkların daha fazla meydana geldiğini, bu nedenle yüksek bağlanma dayanımı sonuçlarının elde edilemediğini belirtmişlerdir. Yazarlara göre, bağlanma alanı küçüldüğünde koheziv kırıklar azalmakta, 2 mm² ye kadar küçültülen kesit alanına sahip örneklerde koheziv kırıklar oluşmamaktadır. Gerçek bağlanma değerinin kesit alanı 2 mm² nin altında olduğunda saptanabilmektedir.

Daha önce yapılan çalışmalarda örneklerin boyutları değerlendirildiğinde mikro gerilim testi için kesit alanının 1,5–0,5 mm² arasında olması gerektiği belirtilmiştir (Goracci ve ark. 2004). Çalışmamızda bu veriler göz önüne alınarak yaklaşık 1,0x1,0 mm bağlanma alanına sahip numuneler hazırlanmıştır.

Mikro-gerilme kuvveti testi için kullanılan üç ana örnek dizaynı bulunmaktadır. Bunlar, çubuk, halter ve kum saati şeklindedir. Çubuk şekilli örnekler mikro-gerilme testlerinde kullanılan ilk örnek şeklidir, ancak daha sonra farklı şekillerdeki örnekler (kum saati ve halter) kullanılmaya başlanmıştır.

Mikro gerilme test metodu daha güvenilir, ancak zaman alıcı ve teknik hassasiyet gerektiren bir adezyon testi olarak kabul edilmektedir. Çubuk şekilli örneklerin hazırlanması kolaydır. Halter ve kum saati şekilli örnekler için ekstra kesim yapılması örneklerle zarar verme riskini artırmakta ve standardizasyonu zorlaştırmaktadır. Betamar ve ark. (2007) farklı örnek şekillerinin mikro-gerilme testi sonuçlarına etkilerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, anlamlı bir farklılık bulmamakla birlikte çubuk şeklinin hazırlanma kolaylığı, diğer şekillere benzer sonuçlar vermesi ve örnek geometrisinin getirdiği etkilere maruz kalmaması nedeniyle tercih edilebilir olduğunu bildirmişlerdir. Diğer taraftan Ghassemieh (2008) çubuk ve halter örneklerin bağlanım dayanımı değerlerinin birbirlerinden anlamlı derecede farklı olmadığı fakat kum saati örneklerinin mikro gerilim bağlanma dayanımı değerlerinin ve standart sapma değerlerinin diğer örnek dizaynlarıyla karşılaştırıldığında oldukça düşük olduğunu bildirmiştir. Goracci ve ark. (2004), çalışmalarında örneklerin şeklinin, kalınlığının bağlanma dayanımına etkisini değerlendirmişlerdir. Çubuk şeklinde hazırlanan örneklerin bağlanma dayanımının kum saati şeklindeki örneklerle oranla daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Sonuçlar doğrultusunda kum saati şeklinin hazırlanmasının

bağlanma yüzeyinde daha fazla stres meydana getirdiği bildirmişlerdir. Kum saati şeklinin bir diğer dezavantajı ise bağlanma alanı operatör tarafından oluşturulduğundan standart bir yüzey alanı sağlanamamasıdır.

Çalışmamızda dentin-kompozit örneklerin yanında mine-kompozit örnekler de kullanmıştır. Minenin dentine nazaran daha kırılgan olması ve esnekliğinin az olması sebebiyle bağlanma ara yüzeyinde mine örneklerde dentine göre koheziv kopma (failure) oluşabilmesi ihtimalinden dolayı da çubuk şekli tercih edilmiştir. Yapılan birçok çalışmada mine örneklerinin trimleme işlemi sırasında kolaylıkla kırıldığı bildirilmektedir (Shimada ve ark. 2002; Shimada ve Tagami 2003) 1mm x 1mm kalınlığında trimleme yapılmamış çubuk şekilli örneklerin mine üzerinde yapılan mikrogerilme testleri için en uygun örnek şekli olduğu bildirilmiştir (Goracci ve ark. 2004). Çalışmamızda da bu görüşlere uygun olarak çubuk seklinde örnek kesitleri kullanılmıştır.

Dentin heterojen bir substrat olduğu için adeziv sistemin bağlanma kuvveti, bağlanma yüzeyindeki mikrostrüktüel yapıya bağlıdır (Giannini ve ark. 2001). Tübül yönelmesi ve reçine tag oluşumu yüzeyel, orta ve derin dentin bölgelerinde farklıdır (Pereira ve ark. 1999). Pulpaya yakın ve derin dentin yüzeylerinde bağlanma dayanımı daha azdır (Nikolaenko ve ark. 2004). Mine-dentin sınırının altındaki yüzeyel dentin bağlanma dayanım testi için uygun bölge (Hashimoto ve ark. 2002; Tanumiharja ve ark. 2000) olarak kabul edildiğinden preparasyonumuz dentin örneklerinde bu bölgede oluşturulmuştur. Minenin kırılgan yapısından dolayı mikro gerilim testleri için uygunluğu tartışılmıştır (Carvalho ve ark. 2000). Kompozitin mineye bağlanma kuvveti mine prizmalarının yönelmesine bağlı olup, yük prizmaların genel yönelmesine dik uygulandığında oldukça düşüktür (Carvalho ve ark. 2000). Mine, prizma yönelmesine

paralel olarak test edildiğinde bağlanma kuvveti anlamlı derecede yüksek kaydedilmiştir (Giannini ve ark. 2001). Bizim çalışmamızda da kompozit reçine dentin dokusu ortaya çıkmayacak şekilde düz mine yüzeyleri oluşturulduktan sonra mine yüzeyine paralel olarak yerleştirilmiştir.

Kompozit reçinelerin kaviteye uygulama şekilleri polimerizasyon streslerini dolayısı ile bağlanma dayanımını etkilemektedir. Nikolaenko ve ark.(2004), yaptıkları çalışmada horizontal tabakalar şeklinde hazırladıkları örneklerde en yüksek bağlanma değerini elde etmişlerdir. Santos ve ark. (2004) ışık uygulama tekniklerini farklı şekillerde kompozit reçine uygulamaları ile değerlendirmişler ve ışık uygulama tekniklerinin tabakalama yöntemiyle uygulanan reçinelerin bağlanma dayanımlarında farklı etkilerinin olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenlerden dolayı çalışmamızda kompozit reçineler dentin ve mine yüzeyine 2' şer mm' lik iki ayrı tabaka halinde uygulanmıştır. İncelenen literatürlerle uyumlu olarak, dentin ve mine yüzeyi üzerine plaka kullanarak yüksekliği ortalama 2 mm olacak şekilde ve her tabaka ayrı ayrı polimerize edilerek kompozit reçine materyali tofflemire matriks yardımıyla uygulanmış ve standardizasyon sağlanmaya çalışılmıştır.

Bir çok çalışmada dentin yüzeyleri hazırlanıp kompozitle restore edildikten sonra ağız ortamının taklidi ve polimerizasyon proçesinin tamamlanması için 24 saat distile su içerisinde bekletilmesinin gerekli olduğu belirtilmektedir (Dickens ve ark. 2005; Frankenberger ve ark. 2002; Goracci ve ark. 2004; Hashimoto ve ark. 2002; Nikolaenko ve ark. 2004; Sadek ve ark. 2005).

Kesme hızı minede 200 RPM, dentinde ise 400 RPM olarak belirlenmiştir. Minenin kırılgan yapısından dolayı yüksek kesme hızları minede strüktüel defektler oluşturarak düşük bağlanma dayanımı değerleri elde edilmesine sebep olmaktadır. Bu

da yapılan çalışmalarda mine dahil olduğunda kesme hızının düşük tutulması gerektiğini göstermiştir (Fernanda ve ark. 2005). Bu sebeple çalışmamızda mine-kompozit çubukları hazırlanırken düşük kesme hızı ile çalışılmış, dentin-kompozit çubukları hazırlanırken ise dentinin stresleri absorbe edebilen yapısından dolayı daha yüksek kesme hızı tercih edilmiştir.

Çalışmalarda, kullanılan dişlerin bekletilme koşulları, bağlanma yüzeyi, diş sert dokusunun pürüzlülüğü, mineralizasyonu, test metodlarındaki çeşitlilikler gibi faktörlerin, laboratuvar testlerinin gerçek klinik performansı tam olarak yansıtmasını engelleyip, test sonuçlarını negatif etkileyeceğinden bahsedilmektedir (Oilo 1993; Pashley ve ark. 1995). Bağlanma dayanımı testinde elde edilen verilerin, testin uygulandığı laboratuvarlara göre farklılık gösterebileceği ve bu farklılıkların örnek geometrisi, bağlanma yüzey alanının büyüklüğü, kullanılan kompozit reçinelerin farklılıkları gibi birçok değişkene bağlı olabileceği belirtilmiştir (Van Meerbeek ve ark. 2003a). Bu yüzden yaptığımız çalışmada bu faktörlerin etkisini olabildiğince azaltmak için bazı standartlara dikkat edilmiştir. Bağlanma kuvveti çalışmalarının birçoğunda standardizasyonun sağlanabilmesi ve karşılaştırmaların sağlıklı yapılabilmesi amacıyla, çürüksüz ve restorasyonsuz dişler tercih edilmektedir. İn vitro çalışmalar için çürüksüz insan dişlerinin temin edilmesinin zorluğu nedeniyle bazı araştırmacılar sığır dişlerinin kullanımını önermektedir (Nakamici ve ark. 1983; Wilder ve ark. 1998; ISO/TS 11405. 2003). Ancak ISO bağlanma gücü ölçümü için hazırladığı speksifikasyonda sığır dişlerinin yapı ve kimyasının insan dişlerinden farklı olduğunu, bu nedenle çalışmaların insan dişlerinde gerçekleştirilmesi gerektiğini belirtmektedir (ISO Technical Report 11405, 1994;. Mason ve ark. 1996). Konu ile ilgili kaynaklar incelendiğinde bağlanma gücü ölçümü çalışmalarının büyük bir çoğunluğunun insan dişlerinde gerçekleştirildiği görülmektedir (Okuda ve ark. 2007; Duarte ve ark. 2006; Gamborgi ve ark. 2007;

Chieffi ve ark. 2007; Sauro ve ark. 2007). Bu nedenle çalışmamız çürüksüz, apeksifikasyonu tamamlanmış, intakt üçüncü büyük azı dişlerinde gerçekleştirilmiştir.

Bağlanma gücü çalışmalarında ideal olan, deneylerin kullanılacak dişlerin çekiminden sonra en kısa zamanda gerçekleştirilmesidir. Dişlerin çekiminden sonra geçen sürenin fazla olması, dişlerin sert dokularında bir takım değişikliklere neden olmakta ve bu değişiklikler bağlanma gücünü etkileyebilmektedir (Prati ve ark. 1991). Bu nedenle çalışmamızda kullanılan dişlerin çekimini takiben deneylerde kullanılmalarına kadar geçen sürenin en fazla 3 ay olmasına dikkat edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda dişlerin çekiminin ardından içerisinde bekletilmesi amacı ile distile su (Hashimoto ve ark. 2002; Ilie ve ark. 2005), serum fizyolojik (Phukkanon ve ark. 1998; Sano ve ark. 1994; Tanumiharja ve ark. 2000), sodyum hipoklorit (Shono ve ark. 1999), antimikrobiyal solüsyonlar (Fritz ve ark. 1996; Nikolaenko ve ark. 2004; Shirai ve ark. 2005) gibi farklı materyaller kullanılmaktadır. ISO (1994); deney dişlerinin saklandığı ortamda, içinde bulunduğu solusyondaki herhangi bir malzemenin dişin yapısına girerek değişikliklere neden olabileceğini ve bu nedenle bağlanma gücü ölçümü yapılacak dişlerin distile suda saklanması gerektiğini bildirmiştir. Bizim çalışmamızda da dişler, deney aşamasına kadar distile suda kapalı bir ortamda bekletilmiş, saklama sıvısı olarak kullanılan distile su periyodik olarak haftada bir değiştirilmiştir.

Bağlanma gücü ölçümü yapılacak yüzeylerde in vitro çalışmalarda smear tabakasının standardizasyonu için 320-1200 grit arasındaki silikon karbit zımparaların veya yüksek devirli el aletleri ile elmas abrazyivlerin kullanımı önerilmektedir. Ancak yüzey bitirme işlemlerindeki farklılıklar smear tabakası oluşumunu ve sert dokunun yüzey pürüzlülüğünü etkilediğinden bağlanma değerlerinde de bir takım değişiklikler

meydana getirebilmektedir (Pashley ve ark. 1995). Literatürler incelendiğinde araştırmaların genellikle 600 grit silikon zımpara ile aşındırılmış dişlerde gerçekleştirildiği görülmektedir (Prati ve ark. 1991 ;Nakornchai ve ark. 2005). Bu nedenle literatürlere uygun olacak şekilde standarta yakın smear tabakası kaplı yüzeyler elde edilmesi için bizim çalışmamızda yüzeyi oluşturmak için en son olarak 600 grit olacak şekilde farklı numaralarda aşındırıcı kağıt zımparalar zımparalama cihazına yerleştirilerek 50 r.p.m ile 1 dk boyunca mine ve dentin yüzeylerine uygulanmıştır (Abo ve ark. 2004). Mine yüzeylerinde dentin dokusunun ortaya çıkmamasına özen gösterilmiştir.

Polimerizasyon streslerini etkileyeceği için kavite konfigürasyonu bağlanma dayanımını etkileyen önemli bir faktördür (Feilzer ve ark.1987; Nikolaenko ve ark. 2004) . Feilzer ve ark.(1987) kavitenin C-faktörünün artması ile bağlanma dayanımının azaldığını bildirmişlerdir. Bu yüzden C-faktörün etkisinin elimine edilebilmesi amacı ile çalışmamızda standart yüzeyler hazırlanmıştır. Goracci ve Mori (1996) konkav kavitelerde büzülme stresinin kompozitin akması ile karşılanamamasından en iyi bağlanmanın düz yüzeylerde oluştuğunu bildirmiştir. Ayrıca nem kontrolünün daha iyi sağlanabilmesi ve adezivin daha iyi uygulanabilmesi açısından çalışmamızda dişler düz yüzeyler oluşturacak şekilde hazırlanmıştır.

Beyazlatma işlemi konservatif ve güvenilir bir uygulama olarak kabul edilmesine rağmen bir takım komplikasyonları da vardır. Bunlar pulpal hasar, dişin kimyasal yapısında değişiklikler, restorasyonlarda mikrosızıntı, eksternal kök rezorpsiyonu ve reçinelerin bağlantı kuvvetlerinde azalma şeklindedir (Khoroushi ve Angelinejad 2011).

Beyazlatma işleminden sonra kullanılan hidrojen peroksit, karbomit peroksit, sodyum perborat maddelerine bağlı olarak, diş yüzeyinde veya iç kısımlarında kalan artık oksijenin reçine-diş bağlantısını inhibe ederek veya reçine polimerizasyonunu engelleyerek bağlanma değerlerini düşürdüğü bildirilmiştir (Dishman ve ark. 1994; Titley ve ark. 1991).

Belirli bir süre geçtiğinde ise, bu artık oksijen ayrılarak ortamdan uzaklaşır ve oksidasyon işlemi azalır. Beyazlatma işlemi sonrasında 1 veya 2 hafta ara verildikten sonra restorasyonun tamamlanması tavsiye edilen bir durumdur.

Bağlantı kuvvetlerinin düşmesine neden olan durumlar, mine yüzey pürüzlülüğünün ve mine porozitesinin artması, beyazlatma ajanlarından geriye kalan artık oksijenin oluşturduğu serbest radikallerin polimerizasyonu engellemesi (Ben-Amar ve ark. 1995; Titley ve ark. 1993), mikrosertlikteki düşüş, mine ve dentindeki mekanik özelliklerdeki ve kalsiyum, fosfor, sülfür ve potasyum miktarındaki değişiklikler olarak sayılabilir. Bu sebeple, beyazlatma ajanlarının diş dokusu ve restoratif materyaller üzerine etkilerini araştırmaya devam edilmektedir.

Bağlanma kuvvetlerindeki düşüşün kompanse edilebilmesi için yapılacaklar, en basit ve kolay uygulanan yöntem olarak, restorasyon yapılarına kadar 24 saatle 3 hafta arasında değişen belli bir süre beklenmesi, dentin dokusu ve dentin tübüllerinin de beyazlatma jelinden etkilendiği düşünüldüğünde etkili ve konservatif bir uygulama olmayan yüzeyel minenin tamamen kaldırılması, alkol bazlılar yerine aseton bazlı bonding ajan uygulanması, diş yüzeyine alkol uygulanması ve antioksidan ajanların kullanılmasıdır (Khoroushi ve Angelinejad 2011). Biz çalışmamızda ev tipi ve ofis tipi beyazlatma uygulamalarından sonra 3 haftaya kadar olan farklı geciktirilmiş restorasyon uygulamalarının bağlanma dayanımına etkisini araştırdık.

Güncel olarak reçinenin dentine bağlanmasında mevcut olan temel teknikler, “total etch” ve “self- etch” şeklinde tanımlanmaktadır, 3 aşamalı “total etch”, 2 aşamalı “total etch” ve 2 aşamalı “self etch” ve tek aşamalı “self etch” olarak 4 ayrı kategoride incelenmektedir (Tani ve Finger 2002).

Beyazlatma yapılmış dişlerde bağlanma kuvvetlerinin incelendiği birçok çalışmada “total etch” ve “self etch” adeziv sistemler karşılaştırılmıştır (Bittencourt ve ark. 2010; Muraguchi ve ark. 2007; Oskoe ve ark. 2010; Tabatabaei ve ark. 2011). Bu çalışmaların hepsinin sonucunda her iki adeziv sistem kullanıldığında da bağlanma değerlerinin beyazlatma sonrası beyazlatma jelinin uygulama süresi ve konsantrasyonuna göre değişmek kaydıyla azaldığı gözlenmiştir (Khoroushi ve Angelinejad 2011). Bizim çalışmamızda beyazlatma sonrası restorasyonların adezyonunda etanol/su bazlı “total etch” bir bonding sistemi olan Adper Single Bond ve restorasyon materyali bir nanokompozit olan Filtek Ultimate kullanılmıştır. Montalvan ve ark. (2006) %35 hidrojen peroksit ile beyazlatılan dişlerin minelerine 24 saat sonra aseton ve etanol bazlı bonding ajanlar uygulamışlar ve beyazlatılan dişlerin bağlanma kuvvetlerini beyazlatılmayanlara göre düşük bulmuşlar, fakat etanol ve aseton bazlı adezivler arasında önemli bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Diğer taraftan yapılan birçok çalışmada “total etch” adeziv sistemler ile “self etch” adeziv sistemlere göre daha yüksek bağlanma kuvvetleri kaydedilmiştir (Bouillaguet ve ark. 2001; Yesilyurt ve Bulucu 2006; Montalvan ve ark. 2006). Gürkan ve ark. (2009) yaptığı benzer çalışmada daha yüksek bağlanma kuvvetleri gösteren “total etch” adeziv etanol bazlı, daha düşük bağlanma kuvveti değerleri olan “self-etch” adeziv ajan ise su bazlıdır. Adezivler, artık oksijene farklı reaksiyon göstermektedirler. Beyazlatma sonrası, oksijen inhibasyonundan hidrofilik reçine grupları, hidrofobik reçine gruplarına göre daha çok etkilenmektedir. Düşük reçine viskozitesi ve reçinenin yapısında HEMA gibi hidrofilik

monomerlerin yüksek miktarda bulunması daha kalın bir oksijen inhibasyon tabakasının oluşmasına sebep olmaktadır (Rueggeberg ve Margeson 1990). Biz de çalışmamızda beyazlatma sonrasında “self-etch” bir adeziv yerine yapılan çalışmaların ışığında daha yüksek bağlanma kuvveti değerleri elde edebileceğimizi düşündüğümüz için “total-etch” bir bonding ajanı tercih ettik.

Beyazlatma işlemi sonrası bağlanma değerlerindeki düşüşün önlenmesi için en çok tavsiye edilen yöntem, restorasyonun belirli süreler geciktirilmesidir. Bu sürenin 1 saat ile 4 hafta arasında değiştiğini bildiren çalışmalar olmasına rağmen (Cavalli ve ark. 2001; Dishman ve ark. 2003; Titley ve ark. 1991) en çok tavsiye edilen 1 hafta süreyle beklenmesidir (Bishara ve ark. 2005; Gökçe ve ark. 2008; Tabatabaei ve ark. 2011). Bazı çalışmalarda da beyazlatma ile restorasyon arasında geçen zamanın 2 hafta olması tavsiye edilmektedir (Basting ve ark. 2004; Bishara ve ark. 2005; Tabatabaei ve ark. 2011). Bu sürenin 3 hafta olabileceğine dair çalışmalar da bulunmaktadır (Cavalli ve ark. 2001; Miyazaki ve ark. 2004). Biz çalışmamızda bekleme süreleri üzerine yoğunlaştık ve birçok çalışma maksimum 2 hafta bekleme süresi üzerine yoğunlaştığı için 1 hafta ve 2 hafta bekleme sürelerinin yanında 3 hafta bekleme süresinin hem ev tipi hem de ofis tipi beyazlatma uygulamalarından sonra bağlanma değerlerinde bir farklılık yaratıp yaratmayacağını araştırmak istedik.

Bazı çalışmalarda karbomit peroksitli beyazlatma ajanları kısa süreli kullanımlarda mine mikrosertliğinde bir değişiklik oluşturmazken (Potocnik ve ark. 2000; Shannon ve ark. 1993; Nathoo ve ark. 1994; Seghi ve Denry 1992), diğer çalışmalarda bu ajanların florid içermelerine rağmen mine mikrosertliğinde azalmaya yol açtığından bahsedilmiştir (Attin ve ark. 1997). Mc Craken ve Haywood %10 karbomit peroksit maruz kalan dişlerin Ca kaybettiklerini fakat bu miktarın çok az olduğunu ve

klirik olarak 6nemli olmadığının ifade etmişlerdir (McCracken ve Haywood 1996). Goo ve ark. (2004) ise %10 karbamit peroksit ile beyazlatmadan sonra dişin mineral içeriğinin ve Ca/P oranının azaldığını fakat bu değışimin çalışmadaki kontrol gruplarından anlamlı derecede farklı olmadığını bildirmişlerdir. Diğer taraftan ev tipi beyazlatma ajanları canlı dişlere uzun bir zaman periyodunda uygulandıkları için, birçok in vitro çalışmada düşük konsantrasyonda olmasına rağmen %10 karbamit peroksinin mine mikromorfolojisinde değışimlere yol açtığı bildirilmiştir (Ernst ve ark. 1996; Zalkind ve ark.1996).

Beyazlatma ajanlarının pH'ı beyazlatma uygulaması sonrası diş sert dokularındaki mikrosertliğin azalmasına sebep olabilmektedir. Dişlerin ve çevre yumuşak dokuların uzun süre pH'ları düşük ajanlara tabi tutulması çeşitli yan etkilere yol açabilmektedir. pH 5.2 'nin altına düşmeye başlayınca, minede demineralizasyon ve kök rezorpsiyonu başlamaktadır (Rotstein ve ark. 1991; Weiger ve ark. 1993). Peroksit konsantrasyonu arttıkça, beyazlatma ajanının pH'ı düşmektedir (Weiger ve ark. 1993.). Ofis tipi beyazlatma ajanlarının pH'ları daha düşük konsantrasyonda hidrojen peroksit veya karbamit peroksit içeren ev tipi beyazlatma ajanlara göre daha düşüktür. Ev tipi beyazlatma ajanlarının pH' ları 5.66 ile 7.35 arasındayken ofis tipi beyazlatma ajanlarının pH' ı 4 ün altında olup bu değerlerin minenin fiziksel ve kimyasal yapısını etkileyebileceği söylenebilir (Price ve ark.2000). Diğer taraftan Sa ve ark. (2012) Raman sprectroskopisi kullanarak asidik ve nötral ofis tipi beyazlatma ajanlarının insan diş minesinin kimyasal yapısı ve diş rengi üzerindeki etkilerini in vitro ve in vivo etkilerini araştırdıkları çalışmalarında asidik ve nötral beyazlatma ajanlarının in vitro ve in vivo olarak benzer beyazlatma etkisi gösterdiklerini, asidik ajanların minenin demineralizasyonuna sebep olduğunu fakat doğal insan tükürüğünün bu yan etkiyi minimize ettiğini belirtmişlerdir.

Beyazlatma ajanlarının oksidasyon reaksiyonundan meydana gelen oksijen ve üre diş sert dokusunda erozyon ve pürüzlü bir yapı oluşmasına sebep olabilmektedir (Arends ve ark. 1997; Goldberg ve ark. 1983; Hegedus ve ark. 1999). Üre dental dokunun organik yapısındaki proteinleri denature ederek mineye penetre olmakta ve sadece yüzeyi değil aynı zamanda minenin interprizmatik yapısını etkileyebilmektedir (Arends ve ark. 1997; Goldberg ve ark. 1983). Arends ve ark. (1984) ürenin mineye penetre olarak mine geçirgenliğini arttırıp mikrostrüktüel değişimlere sebep olduğunu belirtmiştir. Fakat aynı zamanda ürenin hidrojen iyon konsantrasyonunun yükselmesini sağlayan alkalın özelliğinden dolayı yan etkileri de azaltılabileceği bildirilmiştir (Haywood 1992; Heywood ve Haymann 1991). Beyazlatma ajanlarının nötral pH da olmasının, mine yüzeyindeki değişimlerin engellenmesinde önemli bir etkendir (Bitter 1992; Shannon ve ark.1993). Bu sebeple pH'ı yüksek olan daha düşük konsantrasyonlu beyazlatma ajanları önerilmektedir.

Bizim çalışmamızda kullanılan ofis tipi beyazlatma ajanlarının pH'ı 7.0 ve ev tipi beyazlatma ajanlarının pH'ı 6.5 dir. Çalışmamızdan elde edilen bulgular mine yüzeyinin farklı konsantrasyondaki beyazlatma ajanlarından etkilendiğini fakat bu farklılıkların beyazlatma ajanların pH 'ları nötral olduğu için pH değerleriyle ilgili olmadığı ancak uzun süre uygulamanın etkili olabileceğini düşünüyoruz.

Beyazlatma tedavisi boyunca minede mineral değişimler meydana gelebilmektedir. Beyazlatma sırasında oluşan mineral kaybını engellemek, diş duyarlılığını ve çürük riskini azaltmak, beyazlatmanın yan etkilerini azaltmak için beyazlatma ajanlarına farklı konsantrasyonlarda florid iyonları ve amorf kalsiyum ilave edilmiştir (Giannini ve ark. 2006; Tschoppe ve ark. 2009; Attin ve ark. 2006). Beyazlatma ajanlarına Ca ve F eklenmesiyle mineral kaybı azaltılabilmektedir (Cavalli

ve ark. 2010). Florid içeren beyazlatma ajanları florid içermeyen beyazlatma ajanlarıyla karşılaştırıldığında beyazlatma etkisini değiştirmeksizin yüzey morfolojisinin daha az demineralizasyonuna ve mikrosertlik değişimine sebep olmaktadır.(Chen ve ark. 2008). Fakat bazı çalışmalarda florid veya kalsiyumla kombine edilmiş beyazlatma ajanlarının beyazlatma etkisiyle demineralize olan minede remineralizasyona katkıda bulunmadığı bildirilmiştir (De Oliviera ve ark. 2005; Tschoppe ve ark. 2009). Çalışmamızda kullanılan ev tipi beyazlatma ajanı Opalasence PF %10, %0,11 florid, ofis tipi beyazlatma ajanı ise Opalasence Boost ise %1,1 florid içermektedir. Birçok çalışmada bizim ev tipi beyazlatma ajanımıza benzer düşük konsantrasyonda karbomit peroksit içeren beyazlatma ajanları kısa süreli kullanımlarında mine mikrosertliğinde bir değişiklik oluşturmazken (Potocnik ve ark. 2000; Shannon ve ark. 1993; Nathoo ve ark. 1994; Seghi ve Denhy 1992), diğer çalışmalar bu ajanların 2 haftadan fazla kullanımlarında florid içermelerine rağmen mine mikrosertliğinde azalmaya ve dolayısıyla beyazlatmayı takiben kısa zamanda yapılan restorasyonların bağlanma dayanımı değerlerinde düşmelere sebep olduğunu bildirmişlerdir (Smidt ve ark. 1998; Rodrigues ve ark. 2001; McCracken ve Haywood 1995). Bizim çalışmamızda ev tipi beyazlatma ajanı Opalasence PF %10 uygulanacak dişlere, günde 8 saat 2 hafta boyunca uygulanmıştır. Ev tipi beyazlatma ajanının (karbomit peroksit) konsantrasyonunun düşük olmasına ve florid içermesine rağmen uygulama süresinin uzun olmasının kullandığımız dişlerin yüzey özelliklerini etkilediğini ve dolayısıyla beyazlatmanın sebep olduğu dokularda biriken artık oksijenin yanı sıra diş sert dokusunun yüzey özelliklerinin değişmesinin tedavi sonrası yapılan restorasyonların bağlanma kuvvetlerinin düşmesine sebep olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızda kullanılan %38 hidrojen peroksit içeren Opalasence Boost ofis tipi beyazlatma ajanının uygulama süresi üretici firmanın talimatları doğrultusunda

15dak x 4 olmak üzere toplam 60 dakikadır. Gürgen ve ark. (2009) ajanların artan konsantrasyonlarının ve beyazlatma süresinin uzamasının bağlantı değerlerini daha da düşüreceğini bildirmişlerdir. Cavalli ve ark. (2004) hidrojen peroksit ve karbomit peroksit içeren yüksek konsantrasyonlu ofis tipi beyazlatma ajanlarının mine yüzeyini anlamlı derecede değiştirerek yüzey pürüzlülüğüne yol açtığını bildirmişlerdir. Titley ve ark. (1988b) beyazlatma yapılmış ve yapılmamış sığır dişlerine uyguladıkları restorasyonları 1 gün ve 7 gün distile suda beklettikten sonra numunelere çekme ve makaslama testi uygulayarak bağlanma dayanımlarını incelemişler ve %35'lik hidrojen peroksit uygulamasının bağlanma değerlerini anlamlı olarak düşürdüğünü bulmuşlardır. Bir hafta bekleme süresi sonrası elde edilen bağlanma dayanımı değerleri, 1 günlük bekleme süresi sonrası elde edilen değerlerle karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık görülmemiştir. Souza-Gabriel ve ark. (2011) ise %38 hidrojen peroksit içeren ofis tipi beyazlatma ajanı kullandıkları in vitro çalışmada beyazlatma sonrası bekleme sürelerinin dentin bağlanma kuvvetine etkilerini araştırmışlardır. Dental adeziv olarak çalışmamızdakine benzer olarak Single Bond kullanmış ve 1 gün, 3 gün, 7 gün, 14 gün beklemişlerdir. Sonuç olarak %38 hidrojen peroksit ile beyazlatılan intrakronal dentine yapılan restoratif prosedürün 10 gün sonra yapılmasının uygun olduğunu söylemişlerdir. Liu ve ark. (2008) %35 hidrojen peroksit içeren beyazlatma ajanı ile beyazlatma sonrası minede bağlanma kuvvetiyle zaman arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmalarında reçine bonding ajanlarının mineye bağlanma kuvvetlerini 2 hafta boyunca düşük bulmuşlar ve porselen veneer bağlanma işleminin yapılması için beyazlatma sonrası 2 hafta beklenmesini tavsiye etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da hidrojen peroksit uygulamasının reçinelerin mineye bağlanma değerlerini ev tipi ajanlara göre anlamlı derecede düşürdüğü gözlenmiştir. Minede kontrol grubunun mikro gerilim bağlanma dayanımı değerleri $34,01 \pm 8,19$ MPa iken, bu

değerler ofis tipi beyazlatma sonrası 0. Günde $23,76 \pm 6,61$ MPa, 7. Günde ise $25,28 \pm 4,26$ MPa olarak kaydedilmiştir. Dentinde ise kontrol grubunun mikro gerilim bağlanma dayanımı değerleri $29,96 \pm 7,19$ MPa iken, bu değerler ofis tipi beyazlatma sonrası 0. Günde $20,20 \pm 4,15$ MPa, 7. Günde ise $19,65 \pm 3,51$ MPa olarak kaydedilmiştir. Bu nedenle bekleme süresinin uzatılmasının bağlanma değerlerini artıracığından, uygun olacağı görüşündeyiz.

Barbosa ve ark. (2008) ise %35 hidrojen peroksit içeren beyazlatma ajanı uygulaması sonrası minedeki restorasyonların 1 hafta ertelenirken, dentindeki restorasyonlar için 2 hafta ertelemenin gerektiğini belirtmişlerdir.

İn vivo çalışmalarda ağız ortamında bulunan tükürüğün ve in vitro çalışmalarda ağız ortamını daha iyi taklit edebilmek için kullanılan inorganik içerikli yapay tükürüğün kalsiyum ve fosfat iyonları içermesi, uygulamalar arasında bu solusyonlarda bekleyen dişlerin remineralizasyonuna katkıda bulunmakta ve daha yüksek değerler elde edilebilmektedir (MABDnje ve Darwell 2003). Uysal ve ark. (2003) yaptıkları çalışmada ise beyazlatılmış dişleri yapay tükürükte bekletmenin restorasyonların makaslama bağlanma dayanımları üzerinde önemli bir etki yaratmadığı, bağlanma zamanının 2 veya 3 hafta ertelenmesinin daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Biz çalışmamızda örneklerimizi belirlenen süreler içerisinde birçok çalışmada tercih edildiği gibi örneklerin diğer faktörlerden etkilenmemesi ve bağlanma dayanımı değerlerini net şekilde yansıtması için distile suda bekletmeyi tercih ettik. Biz deney gruplarındaki bağlanma dayanımı değerlerinin düşük olmasında ve bekleme süreleri sonrasında kısa zaman içerisinde değerlerde yükselmeler oluşmamasında, bekleme süresine ek olarak deney grubundaki örneklerin yapay tükürük gibi remineralizasyona katkıda bulunan bir solüsyonda bekletilmemesinin de etkili olduğunu düşünmekteyiz.

Kontrol grubu ile mineye ofis tipi beyazlatma uygulamasından sonra elde edilen mikro gerilim bağlanma değerlerinin istatistiksel karşılaştırmasında, 0. gün, 7. gün ve 21. günlerde anlamlı düşüşler görülürken ($p<0.05$, $p<0.01$); 14 günde anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0.05$) (Tablo.5). Ofis tipi beyazlatma uygulanmış grupların zamana bağlı mikro gerilim bağlanma dayanım değerlerinin istatistiksel karşılaştırılmasında, 0. günde elde edilen mikro gerilim bağlanma dayanımı, 7. günde elde edilen mikro gerilim bağlanma dayanımı değerine göre anlamlı olarak değişmezken ($p>0.05$); 14. gün ve 21. günlerde görülen artışlar istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlıdır ($p<0.01$). 7. günde elde edilen mikro gerilim bağlanma dayanımı değerine göre; 14. gün ve 21. günlerde elde edilen artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($p<0.01$, $p<0.05$). 14. gündeki kopma ortalamasına göre 21. günde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0.05$).

Dentinde ise kontrol grubu ölçümüne göre ofis tipi beyazlatma sonrası 0. gün, 7. gün ve 21. günlerdeki mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı düşüşler görülürken ($p<0.05$, $p<0.01$) (Tablo.6); Kontrol grubu ölçümüne göre 14. gün mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamasında anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0.05$). 0. gün mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamasına göre, 7. günde anlamlı değişim görülmezken ($p>0.05$); 14. gün ve 21. günlerde görülen artışlar istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlıdır ($p<0.01$). 7. gündeki mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamasına göre; 14. gün ve 21. günlerde görülen artışlar istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlıdır ($p<0.01$). Elde edilen değerler ofis tipi beyazlatma işleminin zamana bağlı olarak mine üzerindeki etkisine benzerdir. 14. gündeki mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamasına göre 21. günde görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$) Ancak bu değer sınırdadır .

Bu değerleri göz önüne alarak ofis tipi beyazlatma ajanının uygulanması sonrası restorasyonun yapılabilmesi için 1 hafta bekleme süresinin yeterli olabileceğinin söylendiği çalışmalardan (Bishara ve ark. 2005; Gökçe ve ark. 2008; Tabatabaei ve ark. 2011; Bittencourt ve ark.2010) farklı olarak restorasyon işleminin 2 hafta ertelenmesi gerektiğini bildiren çalışmalara (Cullen ve ark. 1993; Shinora ve ark. 2005; Bishara ve ark. 2005; Unlu ve ark. 2008; Cavalli ve ark. 2001) benzer olarak yapılacak restorasyonun 2 hafta ertelenmesi gerektiğini düşünüyoruz. Çalışmamızdaki deney örneklerinin bağlanma dayanımı değerlerinin benzer çalışmalardaki gibi 1 hafta içinde yükselmemesinin, yapay tükürük gibi remineralizasyona katkıda bulunan bir bekleme solusyonunda bekletilmemesinin yanında, artık oksijen ve serbest radikalleri nötralize ederek bağlanma değerlerinin kısa zaman içinde yükselmesine katkıda bulunabilen çeşitli ajanların kullanılmamasının da etkili olduğu düşünülebilir. Mine de bu etkilerin azaltılması için Kee Yeon Kum ve ark. (2004) katalaz kullanımını önermiş, dentinde ise serbest oksijen moleküllerinin adezyon üzerindeki etkisini azaltmak için bir antioksidan olan sodium askorbat önerilmiştir. Aynı zamanda ofis tipi beyazlatma ajanının konsatrasyonunun (%38) diğer ofis tipi beyazlatma ajanlarına (%35) göre yüksek olması, diş sert dokusunda oluşan mikrostrüktüel değişim ve residüel oksijene bağlı olarak mikro gerilim bağlanma değerlerinin kontrol grubu değerlerine geri dönmesinin 2 hafta gibi uzun bir zaman aldığını düşünmekteyiz.

Ev tipi beyazlatma uygulanan deney gruplarında ise minede kontrol Grubu ölçümüne göre 0. gün, 7. gün, 14. gün ve 21. günlerdeki mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0.05$). Beyazlatma işleminin sonrasında mikro gerilim bağlanma dayanımı değerleri düşmesine rağmen bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu sonuç Barbosa ve ark. (2009) yaptığı in situ çalışmada %16 karbamit peroksit içeren ev tipi beyazlatma

ajanının kompozit reçinenin mine ve dentine makaslama bağlanma dayanımı üzerindeki etkisini araştırdıkları in situ çalışmaya benzerdir. Çalışmada beyazlatma tedavisinin bitiminden hemen sonra ,7 gün sonra ve 14 gün sonra makaslama bağlanma dayanımı değerleri ölçülmüş ve değerler arasında anlamlı farklılıkların olmadığı kaydedilmiş ve restoratif prosedürlerin beyazlatmanın bitiminden hemen sonra uygulanabileceği sonucuna varılmıştır. Birçok araştırmacı da minenin bağlanma dayanımına etkisi olan yüzey sertliğinin %10 karbomit peroksit solüsyonlarla yapılan beyazlatma sonrası etkilenmediğini belirtmiştir (Murchinson ve ark. 1992; Ünlü ve ark. 2004). Bizim çalışmamızdan farklı olarak Seghi ve Denry (1992) ise yaptıkları çalışmada %10'luk karbomit peroksit ile beyazlatma işleminden sonra minenin kırılma direncinde önemli derecede azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Diğer çalışmalar da benzer biçimde %10 karbomit peroksit içeren beyazlatma ajanlarıyla beyazlatılmış mineye tedavi bitiminden hemen sonra kompozit reçine uygulandığı zaman bağlanma dayanımını değerlerinin önemli derecede düştüğünü göstermişlerdir (Titley ve ark. 1992; Garcia-Godoy ve ark. 1993).

Aynı zamanda ev tipi beyazlatıcıların minede 0. gün mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamaları, ofis tipi beyazlatıcılardan anlamlı düzeyde yüksektir ($p<0.05$). Bunun sebebinin benzer çalışmalarda olduğu gibi ev tipi beyazlatma ajanına göre çok daha yüksek peroksit konsantrasyona sahip ofis tipi beyazlatma ajanının beyazlatmanın hemen ardından minenin yüzeyinde pörozite ve prizmatik form kaybı gibi değişimlere sebep olarak adezyon ara yüzeyinin yanındaki mineyi etkileyerek dolaylı olarak bağlantı kuvvetinin azalmasına sebep olduğunu düşünüyoruz. Fakat bekleme süreleri sonunda bu farklılık ortadan kalkmıştır. Bu nedenle her iki beyazlatma yönteminin de bağlanma dayanımı açısından birinci haftanın sonunda eşdeğer olduğu söylenebilir.

Ofis tipi ve ev tipi beyazlatma uygulanan dentin deney gruplarında kontrol grubu ölçümüne göre 0. gün, 7. gün ve 21. günlerdeki mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı düşüşler görülürken ($p<0.05$, $p<0.01$); kontrol grubu ölçümüne göre 14. gün mikro gerilim bağlanma dayanımı ortalamasında anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p>0.05$) (Tablo.6). Bu bulgulara göre dentine ofis ve ev tipi beyazlatma sonrası reçinenin bağlanması için 14 gün beklemenin ideal olduğunu düşünüyoruz. Başka bir deyişle beyazlatma yöntemi ve beyazlatıcı ajandan bağımsız olarak dentine bağlanma değerleri aynı şekilde etkilenmektedir. Bu durumda dentinin artık oksijen için iyi bir rezervuar olduğu söylenebilir. Dentin hacminin mineye göre çok fazla olması, kanalcıklı yapısı, organik içeriğinin yüksek miktarda olması ve kollajen içeriği oksijen rezervuarı görevini üstlenebilir. Spyrides ve ark. (2000), Van Der Vyver ve ark. (1997) ve Cavalli ve ark. (2001) nın bulguları bizim bulgularımızla uyumludur. Dentin organik içeriğinin mineye göre daha fazla olması ve daha büyük hacmi nedeniyle residüel oksijen miktarının bu dokuda daha yüksek olduğunu düşünmekteyiz. Ayrıca artık oksijenin bu dokudan atılabilmesi mineye göre daha uzun zaman alabilir. Bu nedenlerle minede ev tipi beyazlatmadan hemen sonra kompozit reçinelerin uygulanabileceğini, dentinde ise iki hafta sonra bağlanma değerlerinin başlangıç seviyesine ulaşabildiği için reçine kompozit uygulamalarının yapılabileceği düşünülmelidir.

Dentinde ofis tipi beyazlatma ajanlarıyla ev tipi beyazlatma ajanlarının zamana bağlı mikro gerilim bağlanma dayanımları arasında anlamlı farklılık kaydedilmemiştir.

Tartışmamızın son bölümünde kopma tipleri değerlendirilecektir. Oilo (1993) mikro-gerilim testinden sonra kırılma tiplerinin incelenmesinin önemli olduğunu belirtmiştir. Araştırmacıya göre ‘başarısızlığın’ adeziv içerisinde olması, bağlanma dayanımını artıracak şekilde materyalle dentin arasındaki kimyasal reaksiyonların daha

iyi gerçekleştiğinin göstergesidir. Koheziv kırılma, materyalin fiziksel özelliklerinin bağlanma dayanımını sınırlandırdığının göstergesidir. Dias ve ark. (2004) ideal bir mikro gerilim testinde kırılma tiplerinin bağlanma ara yüzeyinde olması gerektiğini, test için uygulanan kuvvetlerin dentin veya adeziv tabakaya doğru değil, bağlanma ara yüzeyine doğru yönlendirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Koheziv başarıszlıklar, uygulanan kuvvetin uniform olmadığını göstermekte, bağlanma dayanımının, dentinin ya da kompozit reçinenin gerilme kuvvetinden daha yüksek olduğunu belirtmektedir (Dias ve ark. 2004). Bizim alışmamızda kırılma tipleri değerlendirildiğinde kırılmaların çoğunun adeziv tabaka içerisinde olduğu görülmüştür (Tablo.7, Tablo.8). Koheziv başarıszlıklarsa dentin yapısında değil kompozit içerisinde ortaya çıkmıştır. Bu da adeziv ile dentin arasındaki gerçek ara yüz bağlanma dayanımının ölçülebildiğini göstermektedir. Chuang ve ark. (2009) bulguları bizim çalışmamızın bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Beyazlatma ajanlarının sert doku yüzeyinde meydana getirdikleri strktel değişimler adezyon arayüzeyindeki bağlantının zayıflamasına ve kopma paterninin yüksek oranla adeziv kopma olmasına sebep olmaktadır. Bizim alışmamızda da benzer sonuçlar elde edilmiş olsa da kırık tiplerinin daha detaylı olarak incelenmesinin elde edilen mikrogerilme bağlanma dayanım testlerinin yorumlanmasında yarar sağlayacağı düşüncesindeyiz.

6. SONUÇLAR

1. % 38 hidrojen peroksit ile ofis tipi beyazlatma mineye kompozit reçinenin bağlanma değerlerini azaltmaktadır.
2. % 38 hidrojen peroksit ile ofis tipi beyazlatmadan sonra 14. günde kompozit reçinelerin mineye bağlanma değerleri başlangıç seviyesine dönmektedir.
3. %10 luk karbamiit peroksit ile ev tipi beyazlatma yöntemi mineye kompozit reçinenin bağlanma değerlerini etkilememektedir.
4. % 38 hidrojen peroksit ile ofis tipi beyazlatma dentine kompozit reçinenin bağlanma değerlerini etkilemektedir.
5. % 38 hidrojen peroksit ile ofis tipi beyazlatmadan sonra 14. günde kompozit reçinelerin dentine bağlanma değerleri başlangıç seviyesine dönmüştür.
6. %10 luk karbamiit peroksit ile ev tipi beyazlatma yöntemi dentine kompozit reçinenin bağlanma değerlerini etkilemektedir.
7. %10 luk karbamiit peroksit ile ev tipi beyazlatmadan sonra 14. günde kompozit reçinelerin dentine bağlanma değerleri başlangıç seviyesine dönmüştür.
8. Dentinde, hangi beyazlatma yöntemi kullanılırsa kullanılsın, beyazlatma sonrası reçinelerin yeterli bağlanma değerlerine ulaşması için 14 gün beklenilmesi gereklidir.
9. Minede, %10 luk karbamiit peroksit ile ev tipi beyazlatmadan hemen sonra, kompozit reçinelerin uygulanmasında bağlanma dayanımı açısından bir sakınca görülmemiştir.

10. Her iki beyazlatma yönteminde de gerek minede gerekse dentinde adeziv kopma primer kopma paternidir.

7. KAYNAKLAR

- Abdalla, A.I., Davidson, C.L. (1998). Bonding efficiency and interfacial morphology of one-bottle adhesives to contaminated dentin surfaces. *Am J Dent.*, **11**, 281-5.
- Abdalla, A.I. (2004). Microtensile and tensile bond strength of single-bottle adhesives: a new test method. *J Oral Rehabil.*, **31**, 379-84.
- Abo, T., Uno, S., Sano, H. (2004). Comparison of bonding efficacy of an all-in-one adhesive with a self-etching primer system. *Eur J Oral Sci.*, **112**, (3), 286-92.
- Addy, M., Roberts, W.R. (1981). The use of polymethylmethacrylate to compare the adsorption of staining reactions of some cationic antiseptics. *J. Periodontol.*, **52**, (7), 380-5.
- Addy, M., Moran, J., Griffiths, A.A, Wills-Wood, N.J. (1985). Extrinsic tooth discoloration by metals and chlorhexidine. I. Surface protein denaturation or dietary precipitation? *Br Dent.*, **159**, 281-5
- Addy M., Moran, J. (1995). Mechanisms of stain formation on teeth, in particular associated with metal ions and antiseptics. *Adv Res.*, **9**, 450-6.
- Akal, N., Over, H., Olmez, A., Bodur, H. (2001). Effects of carbamide peroxide containing bleaching agents on the morphology and subsurface hardness of enamel. *J Clin Pediatr Dent.*, **25**, (4), 293-6.
- Albers, H. (1991). Lightening natural teeth. *Adept. Report.*, 2, (1), 1-24.
- Altay, N., Akça, T. (2002). In vitro bağlantı kuvveti ölçme testlerinin değerlendirilmesi. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi.*, **26**, 32-8.
- Altınöz, H.C., Bayraktar, A., Alaçam, T. (2002). Evaluation of the effect of hydrogen peroxide containing bleaching agent used for devital tooth bleaching on the inorganic

- content of dentin by x-ray diffraction and infrared spectrometer analysis. *G Ü Dişhek Fak Derg*, **19**, (1), 29-33.
- Andreasen, F.M., Sewerin, I., Mandel, U. (1987). Radiographic assessment of simulated root resorption cavities. *Endod Dent Traumatol.*, **3**, (1), 21-7.
- Andrew Joiner. (2007). Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. *Journal of Dentistry.*, **35**: 889-896.
- Antonio, Nanci. (2003). Ten Cate's Oral Histology Development, Structure and Function, Chapter 1. Sixth Edition, Mosby.
- Ardu, S., Stavridakis, M., Krejci, I. (2007). A minimally invasive treatment of severe dental fluorosis. *Quintessence.*, **38**, (6), 455-8.
- Ardu, S., Benbachir, N., Stavridakis, M., Dietschi, D., Krejci, Feilzer, A. (2009). A combined chemo-mechanical approach for aesthetic management of superficial enamel defects. *Br Dent J.*, **206**, (4), 205-8.
- Arends, J, Jongebloed, W.L., Goldberg, M., Schuthof, J. (1984). Interaction of urea and human enamel. *Caries Res.*, **18**, (1), 17-24.
- Arends, J., Jongebloed, W.L., Goldberg, M., Schuthof, J. (1997). Interaction of urea and human enamel. *Caries Res.*, **26**, 531-9.
- Arın, H. (2000). Farklı Sodyum Perbarat tiplerinin intrakoronal agartma ve dentin geçirgenliği üzerine etkileri. Doktora tezi. Selçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Konya.
- Armstrong, S., Geraldeli, S., Maia, R., Raposo, L.H., Soares, C.J., Yamagawa, J. (2010). Adhesion to tooth structure: a critical review of "micro" bond strength test methods. *Dent Mater.*, **26**, (2), 50-62. Review.

- Asad, N.R., Leitaó, A.C. (1991). Effects of metal ion chelators on DNA strand breaks and inactivation by hydrogen peroxide in *Escherichia coli*: detection of iron-dependent lesions. *J Bacteriol*, **173**, (25), 62-8.
- Attin T, Kielbassa AM, Schwanenberg M, Hellwig E. (1997). Effect of fluoride treatment on remineralization of bleached enamel. *J Oral Rehabil.*, **24**, (4), 282-6.
- Atin, T., Manolakis, A., Buchalla, W., Hannig, C. (2003). Influence of tea on intrinsic colour of previously bleached enamel. *J Oral Rehabil.*, **30**, (5), 488-94.
- Atin, T., Hannig, C., Wiegand, A., Atin, R. (2004). Effect of bleaching on restorative materials and restorations--a systematic review. *Dent Mater.*, **20**, (9), 852-61. Review.
- Attin, T., Albrecht, K., Becker, K., Hannig, C., Wiegand, A. (2006). Influence of carbamide peroxide on enamel fluoride uptake. *J Dent*. 2006., **34**, (9), 668-75.
- Atin, T., Bekte, H., Schippan, F., Wiegand, A. (2007). Potential of fluoridated carbamide peroxide gels to support post-bleaching enamel re-hardening. *J Dent.*, **35**, (9), 755-9.
- Baik, J.W., Rueggeberg, F.A., Liewehr, F.R. (2001). Effect of light-enhanced bleaching on in vitro surface and intrapulpal temperature rise. *Journal of Esthetic Restorative Dentistry.*, **13**, (6), 370-8.
- Bailey, S.J., Swift, E.J. Jr. (1992). Effects of home bleaching products on composite resins. *Quintessence Int.*, **23**, (7), 489-94.
- Barbosa, C.M., Sasaki, R.T., Flouridio, F.M., Basting, R.T. (2008). Influence of time on bond strength after bleaching with 35% hydrogen peroxide. *J Contemp Dent Pract.*, **9**, (2), 81-8.

- Barbosa, C.M., Sasaki, R.T., Flório, F.M., Basting, R.T. (2009). Influence of in situ post-bleaching times on resin composite shear bond strength to enamel and dentin. *Am J Dent.*, **22**, (6), 387-92.
- Barcellos, D.C., Benetti, P., Fernandes, V.V. Jr., Valera, M.C. (2010). Effect of carbamide peroxide bleaching gel concentration on the bond strength of dental substrates and resin composite. *Oper Dent.*, **35**, (4), 463-9.
- Barlow, A., Gerlach, R.W., Date, R.F. (2003). Clinical response of two brush-applied whitening systems. *J. Clin. Dent.*, **14**, (3), 59-63.
- Basting, R.T., Freitas, P.M., Pimenta, L.A., Serra, M.C. (2004). Shear bond strength after dentin bleaching with 10% carbamide peroxide agents. *Braz Oral Res.*, **18**, (2), 162-7.
- Basting, R.T., Rodrigues, A.L. Jr., Serra, M.C. (2005). The effect of 10% carbamide peroxide, carbopol and/or glycerin on enamel and dentin microhardness. *Oper Dent.*, **30**, (5), 608-16.
- Ben-Amar, A., Liberman, R., Gorfil, C., Bernstein, Y. (1995). Effect of mouthguard bleaching on enamel surface. *Am J Dent.*, **8**, (1), 29-32.
- Betamar, N., Cardew, G., Van Noort, R. (2007). Influence of specimen designs on the microtensile bond strength to dentin. *J Adhes Dent.*, **9**, (2):159-68.
- Bishara, S.E., Oonsombat, C., Soliman, M.M., Ajlouni, R., Laffoon, J.F. (2005). The effect of tooth bleaching on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, **128**, (6), 755-60.
- Bittencourt, M.E., Trentin, M.S., Linden, M.S., de Oliveira Lima Arsati, Y.B., França, F.M., Flório, F.M., Basting, R.T. (2010). Influence of in situ postbleaching times on shear bond strength of resin-based composite restorations. *J Am Dent Assoc.*, **141**, (3), 300-6.

- Bitter, N.C. (1992). A scanning electron microscopy study of the effect of bleaching agents on enamel: a preliminary report. *J Prosthet Dent.*, **67**, (6), 852-5.
- Bitter, N.C., Sanders, J.L. (1993). The effect of four bleaching agents on the enamel surface: a scanning electron microscopic study. *Quintessence Int.*, **24**, (11), 817-24.
- Bitter, N.C. (1998). A scanning electron microscope study of the long-term effect of bleaching agents on the enamel surface in vivo. *Gen Dent.*, **46**, (1), 84-8.
- Bizhang, M., Seemann, R., Duve, G., Römhild, G., Altenburger, J.M., Jahn, K.R., Zimmer, S. (2006). Demineralization effects of 2 bleaching procedures on enamel surfaces with and without post-treatment fluoride application. *Oper Dent.*, **31**, (6), 705-9.
- Bjelland, S., Seeberg, E. (2003). Mutagenicity, toxicity and repair of DNA base damage induced by oxidation. *Mutat Res.*, **29**, (37), 80.
- Blankenau, R., Goldstein, R.E., Haywood, V.B. (1999). The current status of vital tooth whitening techniques. *Compend Contin Educ Dent.*, **20**, (8), 781-94.
- Bouillaguet, S., Virgillito, M., Wataha, J., Ciucchi, B., Holz, J. (1998). The influence of dentine permeability on cytotoxicity of four dentine bonding systems in vitro. *Journal Of Oral Rehabilitation.*, **25**, 1, 45-51.
- Bouillaguet, S., Gysi, P., Wataha, J.C., Ciucchi, B., Cattani, M., Godin, C., Meyer, J.M. (2001). Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. *J Dent.*, **29**, (1), 55-61.
- Bowles, W.H., Thompson, L.R. (1986). Vital bleaching: the effects of heat and hydrogen peroxide on pulpal enzymes. *J Endod.*, **12**, 108-12.
- Bowles, W.H, Ugwuneri, Z. (1987). Pulp chamber penetration by hydrogen peroxide following vital bleaching procedures. *J Endod.*, **13**, 375-7.

- Braun, A., Jepsen, S., Krause, F. (2007). Spectrophotometric and visual evaluation of vital tooth bleaching employing different carbamide peroxide concentrations. *Dental Materials.*, **23**:165-9.
- British National Formulary. (1999). **37**, 254-6 ,B.M.J., Books, London, UK.
- Browning, W.D., Chan, D.C., Frazier, K.B., Callan, R.S., Blalock, J.S. (2004). Safety and efficacy of a nightguard bleaching agent containing sodium fluoride and potassium nitrate. *Quintessence Int.*, **35**, (9), 693-8.
- Bulut, H., Turkun, M., Demirbas Kaya, A. (2006). Effect of an antioxidizing agent on the shear bond strength of brackets bonded to bleached human enamel. *Am J Orthod Dentofac Orthop.*, **129**, (2), 266-72.
- Buonocore, M.G. (1955). A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.*, **34**, (6), 849-53.
- Cadenaro, M., Breschi, L., Antonioli, F., Mazzoni, A., Di Lenarda, R.(2006). Influence of whitening on the degree of conversion of dental adhesives on dentin. *Eur J Oral Sci.*, **114**, (3), 257-62.
- Camps, J., de Franceschi, H., Idir, F., Roland, C., About, I. (2007). Time-course diffusion of hydrogen peroxide through human dentin: clinical significance for young tooth internal bleaching. *J Endod.*, **33**, (4), 455-9.
- Canay, S., Cehreli, M.C., Bilgiç, S. (2002). In vitro evaluation of the effect of a current bleaching agent on the electrochemical corrosion of dental alloys. *J Oral Rehabil.*, **29**, (10), 1014-9.
- Canay, S., Cehreli, M.C. (2003). The effect of current bleaching agents on the color of light-polymerized composites in vitro. *J Prosthet Dent.*, **89**, (5), 474-8.

- Cardoso, P.E.C., Braga, R.R., Carrilho, M.R.O. (1998). Evaluation of micro-tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. *Dent Mater.*, **14**, 394–8.
- Carlsson, J. (1987). Salivary peroxidase :An important part of our defence against oxygen toxicity , *J. Oral. Pathol.*, **16**, 412- 416.
- Carrasco, L.D., Zanello Guerisoli, D.M., Pécora, J.D., Fröner, I.C. (2007). Evaluation of dentin permeability after light activated internal dental bleaching. *Dent Traumatol.*, **23**, (1), 30-4.
- Carvalho, R. M., Sano, H., Ciucchi, B., et al. (1994). Determinacao da resistencia adesiva a dentina abrades de vu dispositivo de micro-tracao. *Rev Fac Odont Bauru.*, **2**, 77-82.
- Carvalho, R.M., Santiago, S.L., Fernandes, C.A., Suh., B.I., Pashley, D.H. (2000). Effects of prism orientation on tensile strength of enamel. *J Adhes Dent.*, **2**, (4), 251-7.
- Cavalli, V., Reis, A.F., Giannini, M., Ambrosano, G.M. (2001). The effect of elapsed time following bleaching on enamel bond strength of resin composite. *Oper Dent.*, **26**, (6), 597-602.
- Cavalli, V., Arrais, C.A., Giannini, M., Ambrosano, G.M. (2004). High-concentrated carbamide peroxide bleaching agents effects on enamel surface. *J Oral Rehabil.*, **31**, (2), 155-9.
- Cavalli, V., Rodrigues, L.K., Paes-Leme, A.F., Brancalion, M.L., Arruda, M.A., Berger, S.B., Giannini, M. (2010). Effects of bleaching agents containing fluoride and calcium on human enamel. *Quintessence Int.*, **41**, (8), 157-65.
- Cehreli, Z.C., Yazici, R., García-Godoy, F. (2003). Effect of home-use bleaching gels on fluoride releasing restorative materials. *Oper Dent.*, **28**, (5), 605-9.

- Chadwick, R.G., Mason, A.G., Sharp, W. (1998). Attempted evaluation of three porcelain repair systems--what are we really testing? *J Oral Rehabil.*, **25**, (8), 610-5.
- Chen, H.P., Chang, C.H., Liu, J.K., Chuang, S.F., Yang, J.Y. (2008). Effect of fluoride containing bleaching agents on enamel surface properties. *J Dent.*, **36**, (9):718-25.
- Chiappinelli, J.A., Walton., R.E. (1992). Tooth discolouration resulting from long term tetracycline therapy: a case report. *Quintessence Int.*, **23**, (8), 539-541, 1992.
- Chieffi, N., Chersoni, S., Papacchini, F., Vano, M., Goracci, C., Davidson, CL, Tay, F.R., Ferrari, M. (2007). The effect of application sustained seating pressure on adhesive luting procedure. *Dent Mater.*, **23**, (2), 159-64.
- Chng, H.K., Ramli, H.N., Yap, A.U., Lim, C.T. (2005). Effect of hydrogen peroxide on intertubular dentine. *J Dent.*, **33**, (5), 363-9.
- Christensen, W.G., Zena, R.B., Khan, Z. (1991). The effect of vital bleaching solutions on dental luting agents. *J.Dent. Res.*, **70**, 475.
- Cimilli, H., Pameijer, C.H. (2001). Effect of carbamide peroxide bleaching agents on the physical properties and chemical composition of enamel. *Am J Dent.*, **14**, (2), 63-6.
- Cimilli, H.Z. (1997). Karbomit peroksit içerikli farklı beyazlatma ajanlarının diş dokusu üzerine etkilerinin in vitro ve in vivo incelenmesi. Doktora tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Cobankara, F.K., Unlü, N., Altinöz, H.C., Füsün, O. (2004). Effect of home bleaching agents on the roughness and surface morphology of human enamel and dentine. *Int Dent J.*, **54**, (4), 211-8.
- Coelho, Santos, M.J., Santos, G.C. Jr., Nagem, Filho, H., Mondelli, R.F., El-Mowafy O. (2004). Effect of light curing method on volumetric polymerization shrinkage of resin composites. *Oper Dent.*, **29**, (2):157-61.

- Cohen, S.C. (1979). Human pulpal response to bleaching procedures on vital teeth. *J. Endod.*, **5**, (5),134-8.
- Commision Internationale de l'Eclairage. (1978). Reccomendations on Uniform Colour Spaces, Colour Terms. Supplement 2 to publication 15. Paris: Bureau Central de la CIE.
- Cooley, R.L., Burger, K.M. (1991). Effect of carbamide peroxide on composite resin. *Quintessence Int.*, **22**, 817-821.
- Cooper, J.S., Bokmeyer, T.J., Bowles, W.H. (1992). Penetration of the pulp chamber by carbamide peroxide bleaching agents. *J Endod.*, **18**, (7), 315-7.
- Craig, R.G., Powers, J.M.(2002). Mechanical Properties. Restorative Dental Materials.(11th ed). St. Louis: Mosby Inc; 67-116.
- Cubben, T., Ore, D. (1991). Hard tissue and home tooth whiteners. *CDS Rev.*, **84**,5, 32-5.
- Cullen, D.R., Nelson, J.A., Sandrik, J.L. (1993). Peroxide bleaches: effect on tensile strength of composite resins. *J Prosthet Dent.*, **69**, (3), 247-9.
- Culpepper, W.D.(1970). A. Comparative study of shade-matching procedures. *J. Prosthet. Dent.*, **24**, (2), 166-73.
- Curtis, JW, Dickinson GL, Downey MC, Russell CM, Haywood VB, Myers ML, Johnson MH. Assessing the effects of 10 percent carbamide peroxide on oral soft tissues. *J Am Dent Assoc.*, **127** (8), 1218-23.
- Çömelek, S. (2005). Diş beyazlatma”Bleaching”. *Diş dostu.*, 8-10.
- Dahl, J.E., Becker, R. (1995). Acute toxicity of carbamide peroxide and commercially available tooth-bleaching agent in rats. *J. Dent. Res.*, **74**, (2), 710-4.
- Dahl, J.E., Pallesen, U. (2003). Tooth bleaching a critical Review of the biological aspects. *Int. And American Associations for Dental Research.*

- Davidson, C.L., de Gee, A.J. (1984). Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. *J Dent Res.*, **63**, (2), 146-8.
- Dayan, D., Heifferman, A., Gorski, M., Begleiter, A. (1983). Tooth discoloration, extrinsic and intrinsic factors. *Quintessence Int.*, **14**, (2), 195-9.
- Dayangaç, B. (1992). Kompozit Rezin Restorasyonlar 2000; Liebenberg W.F. *Quintessence int.*, Raskin A. Setco J.C.Clin Oral Invest 2000-4 .
- De Munck, J., Van Landuyt, K., Peumans, M., Poitevin, A., Lambrechts, P., Braem, M., Van Meerbeek, B. (2005). A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *Journal Of Dental Research.*, **84**, 2, 118–32.
- De Oliviera, L.D., Carvalho, C.A., Hilgert, E., Bondioli, R., de Araujo, M.A., Valera, M.C.(2003). Sealing evaluation of the cervical base in intracoronar bleaching. *Dent Traumatol.*, **19**, (3), 309-13.
- Dean, H.T. (1938). Endemic fluorosis and its relation to dental caries. *Public Health Rep.*, 121 Suppl 1:213-9.
- Della Bona, A., Van Noort, R. (1995). Shear vs. tensile bond strength of resin composite bonded to ceramic. *J Dent Res.*, **74**, (9), 1591-6.
- Della Bona, A., AnABDvice, K.J., Mecholsky, J.J. Jr. (2003). Failure analysis of resin composite bonded to ceramic. *Dent Mater.*, **19**, (8), 693-9.
- Demple, H., Linn, B., Hallbrook, J., Linn, S. (1983). *Escherichia coli* with mutants are hypersensitive to hydrogen peroxide. *J Bacteriol*, **153**, 1079-82.
- Dias, W.R., Pereira, P.N., Swift, E.J. (2004). Effect of bur type on microtensile bond strengths of self-etching systems to human dentin. *J Adhes Dent.*, **6**, 195-203.
- Dickens, S.H., Cho, B.H I. (2005). Interpretation of bond failure through conversion and residual solvent measurements and Weibull analyses of flexural and microtensile bond strengths of bonding agents. *Dent Mater.*, **21**, (4):354-64.

- Dietschi, D. (2006). Nonvital bleaching: general considerations and report of two failure cases. *Eur J Esthet Dent.*, **1**, (1), 52-61.
- Dietschi, D., Benbachir, N. (2010). In vitro colorimetric evaluation of the efficacy of home bleaching and over-the-counter bleaching products. *Quintessence Int.*, **41**, 505-16.
- Dishman, M.V., Covey, D.A., Baughan, L.W. (1994). The effects of peroxide bleaching on composite to enamel bond strength. *Dent Mater.*, **10**, (1), 33-6.
- Dogan, A., Gokduman, K., Bolay, S., Severcan, F. (2005). Evaluation of in-office bleaching on enamel and dentine,an FTIR study. *Wseas Transactions on Biology and Biomedicine.*, **4** (2), 365-71.
- Dos Santos, A.J., Giannini, M., Paulillo, L.A., Lovadino, J.R., de Carvalho, RM. (2004). Effect of irradiation mode and filling technique on resin/dentin bonding strength in Class I cavities. *Braz Oral Res.*, **18**, (3), 260-5.
- Duarte, R.M., de Goes, M.F., Montes, M.A. (2006). Effect of time on tensile bond strength of resin cement bonded to dentine and low viscosity composite. *J Dent* **34**, (1), 52-61.
- Duschner, H., Götz, H., White, D.J., Kozak, K.M., Zoladz, J.R.(2006). Effects of hydrogen peroxide bleaching strips on tooth surface color, surface microhardness, surface and subsurface ultrastructure, and microchemical (Raman spectroscopic) composition. *J Clin Dent.*,**17**, (3), 72-8.
- Edward, J.S. (2002). Dentin Enamel Adhesives: Review of the literature. *Pediatric Dentistry.*, **24**, (5), 456–61.
- Efeoglu, N., Wood, D., Efeoglu, C. (2005). Microcomputerised tomography evaluation of 10% carbamide peroxide applied to enamel. *J Dent.*, **33**, (7), 561-7.

- Eick, J.D., Gwinnett, A.J., Pashley, D.H., Robinson, S.J. (1997). Current concepts on adhesion to dentin. *Crit Rev Oral Biol Med.*, **8**, (3), 306-35.
- El Zohairy, A.A., De Gee, A.J., Mohsen, M.M., Feilzer, A.J. (2003). Microtensile bond strength testing of luting cements to prefabricated CAD/CAM ceramic and composite blocks. *Dent Mater.*, **19**, (7), 575-83.
- Eldeniz, A.U., Usumez, A., Usumez, S., Ozturk, N. (2005). Pulpal temperature rise during light-activated bleaching. *Journal of Biomedical material Research Part B Applied Biomaterials.*, **72**, (2), 254-9
- Eleanor, T., Martyn, T.C. (2009). New developments in tooth whitening. The current status of external bleaching in ortodontics. *Journal of Orthodontics.*, **36**, 194-201.
- Ellingsen, J.E, Rolla, G., Eriksen, H.M. (1982a). Extrinsic dental stain caused by chlorhexidine and other denaturing agents. *J Clin Periodontal.*, **9**, 4 317-22.
- Ellingsen, J.E., Eriksen, H.M., Rolla, G. (1982b). Extrinsic dental stain caused by stannous fluoride, *Scand. J. Dent. Res.*, **90**, (1), 9-13.
- Ellis, R.W., Latta, M.A., Westerman, G.H. (1999). Effect of air abrasion and acid etching on sealant retention: an in vitro study. *Pediatr. Dent.*, **21**, (6):316-9.
- Ernst, C.P., Marroquín, B.B., Willershausen-Zönnchen, B. (1996). Effects of hydrogen peroxide-containing bleaching agents on the morphology of human enamel. *Quintessence Int.*, **27**, (1), 53-6.
- Ersöz, E., Özyurt, P. (1998). Karbamit peroksit içeren farklı agarma ajanlarının mine yüzeyinde olan etkisi: SEM çalışması. *T Klin Dis Hek Bil.*, **4**, 180-6.
- Fang, S.J., Haplepete, S., Chen, W., Helmes, C. R., Edwerds, H.J. (1997). Analyzing atomic force microscopy images using spectral methods. *J. Appl. Phys.*, **82** 5891.

- Faraoni-Romano, J.J., Turssi, C.P., Serra, M.C. (2007). Concentration-dependent effect of bleaching agents on microhardness and roughness of enamel and dentin. *Am J Dent.*, **20**, (1), 31-4.
- Fay, R.M., Servos, T., Powers, J.M. (1999). Color of restorative materials after staining and bleaching. *Oper Dent.*, **24**, (5), 292-6.
- Fayle, S.A., Pollard, M.A. (1994) Congenital erythropoietic porphyria-oral manifestations and dental treatment in childhood: a case report, *Quintessence Int.*, **25**, (8), 551-4.
- Fearne, J.M., Bryan., E.M., Elliman., A.M., Brook., A.H., Williams, D.M. (1990). Enamel defects in the primary dentition of children born weighing less than 2000g. *Br. Dent. J.*, **168**, (11), 433-7.
- Feilzer, A.J., De Gee, A.J., Davidson, C.L. (1987). Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res.*, **66**, (11):1636-9.
- Feinman, R.A., Goldstein, R.E., Garber, D.A. (1987). Bleaching teeth. *Quintessence*, Chicago.
- Fennis-le, Y.L., Verdonshot, E.H., Burgersdijk, R.C., Konig, K.G., Van 't Hof MA. (1998). Effect of 6-monthly applications of chlorhexidine varnish on incidence of occlABDI caries in permanent molars: a 3-year study. *J. Dent.*, 26, **(3)**, 233-8.
- Filho, A.M., Vieira, L.C., Araujo, E., Monteiro, Junior S. (2004). Effect of different ceramic surface treatments on resin microtensile bond strength. *J Prosthodont.*, **13(1)**, 28-35.
- Fogel, H.M., Marshall, F.J., Pashley, D.H. (19889. Effects of distance from the pulp and thickness on the hydraulic conductance of human radicular dentin. *J Dent Res.*, **67**, (11): 1381-5.

- Frankenberger, R., Lopes, M., Perdigao, J., Ambrose, W.W., Rosa, B.T. (2002). The use of flowable composites as filled adhesives. *Dent Mater.*, 2002, **18**, (3), 227-38.
- Friedman, S. (1997). Internal bleaching: long-term outcomes and complications. *J Am Dent Assoc.*, **128** Suppl:51S-55S. Review.
- Fritz, U.B., Finger, W.J., Uno, S. (1996). Resin-modified glass ionomer cements: bonding to enamel and dentin. *Dent Mater.*, **12**, (3), 161-6.
- FABDyama, T. (1993). Ideal cavity preparation for adhesive composites. *Asian J Aesthet Dent.*, **1**, (2), 55-62.
- Gamborgi, G.P., Loguercio, A.D., Reis, A. (2007). Influence of enamel border and regional variability on durability of resin-dentin bonds. *J Dent.*, **35**, 371-6.
- Garcia-Godoy, F., Dodge, W.W., Donohue, M. (1993). Composite resin bond strength after enamel bleaching. *Oper.Dent.*, **18**, (4), 144-7.
- García-Godoy, F., García-Godoy, A., García-Godoy, F. (2002). Effect of bleaching gels on the surface roughness, hardness, and micromorphology of composites. *Gen Dent.*, **50**, (3), 247-50.
- Geiger, S., Matalon, S., Blasbalg, J., et al. (2003). The clinical effect of amorphous calcium phosphate (ACP) on root surface hypersensitivity. *Oper Dent.*, **28**, 496-500.
- Gerlach, R.W., Barker, M.L. (2003). Clinical response of three direct-to-consumer whitening products: strips, paint-on gel and dentifrice. *Compend . Contin. Educ. Dent.*, **24**, (6), 458-66.
- Ghassemeieh, E. (2008). Evaluation of sources of uncertainties in microtensile bond strength of dental adhesive system for different specimen geometries. *Dental Geometries.*, **24**, 536-54.

- Giannini, M., Carvalho, R.M., Martins, L.R., Dias, C.T., Pashley, D.H. (2001). The influence of tubule density and area of solid dentin on bond strength of two adhesive systems to dentin. *J Adhes Dent.*, **3**, (4):315-24.
- Giannini, M., Silva, A.P., Cavalli, V., Leme, A.F. (2006). Effect of carbamide peroxide-based bleaching agents containing fluoride or calcium on tensile strength of human enamel. *J Appl Oral Sci.*, **14**, (2):82-7.
- Gimeno, I., Ruitord, P., Tauler, P., et al. (2008). The whitening effect of enzymatic bleaching on tetra cycline. *J. Dent.*, **36**, (10), 795-800.
- Giniger, M., Macdonald, J., Ziemba, S., Felix, H. (2005). The clinical performance of professionally dispensed bleaching gel with added amorphous calcium phosphate. *J Am Dent Assoc.*, **136**, 383-92.
- Glickman, G.N., Frysh, H., Baker, F.L. (1992). Adverse response to vital Bleaching. *J. Endod.*, **18**, (7), 351-4.
- Gokay, O., Mujdeci, A., Algin, E. (2005). In vitro peroxide penetration into the pulp chamber from newer bleaching products. *Int. Endod. J.*, **38**, (8), 516-20.
- Goldberg, M., Arends, J., Jonegloed, W.L., Schuthof, .J, Septier, D. (1983). Action of urea solutions on human enamel surfaces. *Caries Res.*, **17**, (2), 106-12.
- Goldstein, R.E., Garber, D.A. (1995). Complete Dental Bleaching. *Quint. Pub .Co. Inc.*
- Goo, D.H., Kwon, T.Y., Nam, S.H., Kim, H.J., Kim, K.H., Kim Y.J. (2004). The efficiency of 10% carbamide peroxide gel on dental enamel. *Dent Mater J.*, **23**, (4), 522-7.
- Goracci, G., Mori, G., Bazzucchi, M., Casa de'Martinis, L. (1995). Dentinal adhesive with composite restorations: a clinical and microstructural evaluation. *Int J Prosthodont.*, **18**, (6), 548-56.

- Goracci, G., Mori, G. (1996). Scanning electron microscopic evaluation of resindentin and calcium hydroxide-dentin interface with resin composite restorations. *Quintessence Int.*, **27**, (2):129-35.
- Goracci, C., Sadek, F.T., Monticelli, F., Cardoso, P.E., Ferrari, M. (2004). Influence of substrate, shape, and thickness on microtensile specimens' structural integrity and their measured bond strengths. *Dent. Mater.*, **20**, (7), 643-54.
- Gökay, O., Müjdecı, A. (1998). Agartma ajanları uygulanmıs ve uygulanmamıs dişlerde restoratif materyaller ve mine dokusu arayüz ilişkisinin SEM ile değeriendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.*, **25**, (3), 229-39.
- Gökçe, B., Cömlekoğlu, M.E., Ozpınar, B., Türkün, M., Kaya, A.D. (2008). Effect of antioxidant treatment on bond strength of a luting resin to bleached enamel. *J Dent.*, 2008, **36**, (10), 780-5.
- Greenwall, L. (2001). Bleaching techniques in restorative dentistry. *Martin Dunitz Ltd.*, Pg 29-39.
- Greenwall, L. (2003). Bleaching Techniques in Restorative Dentistry: An Illustrated. ABD.
- Greenwall L. (2005). Bleaching techniques in restorative dentistry, Martin Dunitz, pp. 132-63, London.
- Gregus, Z., Klassen, K. (1995). "General Principles of Toxicology." In: Casarett & Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons (Klaassen CD, ed). 5th ed. New York:McGraw Hill. pp. 35-74.
- Gurgan, S., Bolay, S., Alacam, R. (1997). In vitro adherence of bacteria to bleached or unbleached enamel surfaces. *J.Oral Rehabil.*, **24**, (8), 624-7.

- Gurgan, S., Alpaslan, T., Kiremitci, A., Cakir, F.Y., Yazici, E., Gorucu, J. (2009). Effect of different adhesive systems and laser treatment on the shear bond strength of bleached enamel. *J Dent.*, **37**, (7), 527-34.
- Hanks, C.T., Fat, J.C., Wataha, J.C., Corcoran, J.F. (1993). Cytotoxicity and dentin permeability of carbamide peroxide and hydrogen vital bleaching materials, in vitro. *J Dent Res.*, **72**, 931-8.
- Hardman, P.K., Moore, D.L., Petteway, G.H. (1985). Stability of hydrogen peroxide as a bleaching agent. *Gen Dent.*, **33**, (2), 121-2.
- Harrington, G.W., Natkin, E. (1979). External resorption associated with bleaching of pulpless teeth. *J Endod.*, **5**, (11), 344-8.
- Hashimoto, M., Ohno, H., Kaga, M., Endo, K., Sano, H., Oguchi, H. (2000). In vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. *J Dent Res.*, **79**, (6), 1385-91.
- Hashimoto, M., Ohno, M., Kaga, H., Sano, H., Tay, F.R., Oguchi, H., Araki, Y., Kubota, M. (2002). Over-etching effects on micro-tensile bond strength and failure patterns for two dentin bonding systems. *Journal of Dentistry.*, **30**, (2-3), 99-105.
- Haywood, V.B., Leech, T., Heymann, H.O. (1990). Nightguard vital bleaching: effects on enamel surface texture and diffusion. *Quintessence Int.*, **21**, (10), 801- 804.
- Haywood, V.B. (1992). History, safety and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence int* 1992; **23** (7), 471-488.
- Haywood, V.B., Leonard, R.H., Nelson, C.F., Brunson, W.D. (1994). Effectiveness, side effects and long term status of nightguard vital bleaching. *J Am Dent Assoc*, **125**, 1219–26.

- Haywood, V.B, Heymann, H.O. (1994). Response of normal and tetracycline-stained teeth with pulp size variation to nightguard vital bleaching. *J Esthet Dent.*, ;6, 3,109-14.
- Haywood, V.B. (2000). Current status of nightguard vital bleaching. *Compend Contin Educ Dent Suppl.*, (28), S10-7.
- Hegedüs, C., Bistey, T., Flourida-Nagy, E., Keszthelyi, G., Jenei, A. (1999). An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *J Dent.*, 27, (7), 509-15.
- Heithersay, G.S., Dahlstrom, S.W., Marin, P.D. (1994). Incidence of invasive cervical resorption in bleached root-filled teeth. *Aust Dent J.*, 39, (2), 82-7.
- Heling, I., Parson, A., Rotstein, I. (1995). Effect of bleaching agents on dentin permeability to *Streptococcus faecalis*. *J Endod.*, 21, (11), 540-2.
- Heymann, H.O. (2002). Additional conservative esthetic procedures, chapt 15, 591-650, In: "Sturdevart's, The Art and Science of Operative Dentistry", editors, Robenson, T.M., Heymann, H.O., Swift, E.J., IV ed., Mosby Inc., Missouri.
- Hosoya, Y. (1994). Resin Adhesion To The Ground Young Permanent Enamel: Influence Of Etching Times and Thermal Cycling Test.(1994). *J Clin Pediatric Dentistry.*, 18, (2), 118–22.
- Hosoya, N., Honda, K., Iino, F., Arai, T. (2003). Changes in enamel surface roughness and adhesion of *Streptococcus mutans* to enamel after vital bleaching. *J Dent.*, 31, (8), 543-8.
- Hume, W.R. (1994). Influence of dentine on the pulpward release of eugenol or acids from restorative materials. *Journal Of Oral Rehabilitation.*, 21, 469–473.
- Hummert, T.W., Osborne, J.W., Norling, B.K. (1993). Mercury in solution following exposure of various amalgams to carbamide peroxides. *Am. J. Dent.*, 6 (6), 305-9.

- Ilie, N., Felten, K., Trixner, K., Hickel, R., Kunzelmann, K.H. (2005). Shrinkage behavior of a resin-based composite irradiated with modern curing units. *Dent Mater.*, **21**, (5), 483-9.
- Inoue, S., Van Meerbeek, B., Abe, Y., Yoshida, Y., Lambrechts, P., Vanherle, G., Sano, H. (2001a). Effect of remaining dentin thickness and the use of conditioner on microtensile bond strength of a glass-ionomer adhesive. *Dent Mater.*, **17**, (5), 445-55.
- Inoue, S., Vargas, M.A., Abe, Y., Yoshida, Y., Lambrechts, P. (2001b). Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to dentin. *J Adhes Dent.*, **3**,:234-45.
- International Organization For Standardization. (1994). ISO TR 11405. Dental Materials-Guidance On Testing Of Adhesion To Tooth Structure.
- ISO/TS 11405. (2003). -Testing of adhesion to tooth structure. *Dental Materials.*, pp:18-25, 2nd ed, Geneva, Switzerland.
- Itthagarun, A., Tay, F.R. (2000). Self-contamination of deep dentin by dentin fluid. *Am J Dent.*, **13**, (4), 195-200.
- Jacques, P., Hebling, J. (2005). Effect Of Dentin Conditioners On The Microtensile Bond Strength Of A Conventional And A Self Etching Primer Adhesive System. *Dental Materials.*, **21**, 103–109.
- Jahangri, L., Reinhardt, S.B., Mehra, R.V., Mathenson, P.B.(2002).Relationship between tooth shade value and skin color, an observation study. *J. Proshet. Dent.*, **87**, (2), 149-152.
- Joiner, A., Thakker, G., Cooper, Y. (2004). Evaluation of a 6% hydrogen peroxide tooth whitening gel on enamel and dentine microhardness in vitro. *J Dent.*, **32**, 1, 27-34.
- Josey, A.L., Meyers, I.A., Romaniuk, K. (1996). The effect of a vital bleaching technique on enamel surface morphology and the bonding of composite resin to enamel. *J. Oral. Rehabil.*, **23**, (4), 244-50.

- Justino, L.M., Tames, D.R., Demarco, F.F. (2004). In-situ ve in vitro effects of bleaching with carbamide peroxide on human enamel. *Oper.Dent.*, **29**, (2), 219-25.
- Kato, G., Nakabayashi, N. (1996). Effect of phosphoric acid concentration on wetbonding to etched dentin. *Dent Mater.*, **12** (4):250-5.
- Khoroushi, M., Aghelinejad, S. (2011). Effect of postbleaching application of an antioxidant on enamel bond strength of three different adhesives. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.*, **16**, (7), 990-6.
- Kihn, P.W., Barnes, D.M., Romberg, E., Peterson, K. (2000). A Clinical Evaluation of 10 percent vs. 15 percent carbamide peroxide tooth-whitening agents. *J Am Dent Assoc.*, **131**, (10), 1478-84.
- Kum, K.Y., Lim, K.R., Lee, C.Y., Park, K.H., Safavi, K.E., Fouad, A.F., Spångberg, L.S. (2004). Effects of removing residual peroxide and other oxygen radicals on the shear bond strength and failure modes at resin-tooth interface after tooth bleaching. *Am J Dent.*, **17**, (4), 267-70.
- Kwong, K., Mohamm ad, S., McMillan, M.D., Stokes, A.N. (1993). Evaluation of a 10%carbamide perokside gel vital bleac hing agent. *N.Z. Dent. J.*, **89**, (395), 18-22.
- Lai, S.C., Tay, F.R., Cheung, G.S., Mak, Y.F., Carvalho, R.M., Wei, S.H., Toledano, M., Osorio, R., Pashley, D.H. (2002). Reversal of compromised bonding in bleached enamel. *J Dent Res.*, **81**, (7), 477-81.
- Lee, Y. K., Powers J.M. (2005). Color difference of four esthetic restorative materials by the illuminant. *Am J Dent.*, **18**, (5), 359-63.
- Leonard, R.H. Jr., Haywood, V.B., Phillips, C. (1997). Risk factors for developing tooth sensitivity and gingival irritation associated with nightguard vital bleaching. *Quintessence Int.*, **28**, (8), 527-34.

- Leonard, R.H., Sharma, A., Haywood, V.B. (1998). Use of different concentrations of carbamide peroxide for bleaching teeth: an in vitro study. *Quintessence Int.*, **29**, 503-7.
- Leonard, R.H., Jr. (2000). Nightguard vital bleaching: dark stains and long-term results. *Compend Contin Educ Dent.*, **21** (suppl 28): S18-S27.
- Leonard, R.H.Jr., Eagle, J.C., Garland, G.E., Matthews, K.P., Rudd, A.L., Phillips, C. (2001). Nightguard vital bleaching and its effect on enamel surface morphology. *J Esthet Restor Dent.*, **13**, (2), 132-9.
- Leonard, R.H. Jr., Van Haywood, B., et al. (2003). Nightguard vital bleaching of tetracycline-stained teeth: 90 months post treatment. *J Esthet Restor Dent.*, **15**, (3), 142-52.
- Li, Y. (1997). Toxicological consideration of tooth bleaching using peroxide-containing agents. *J.Am .Dent.Assoc.*, **128** ,31-36.
- Li, Y. (2000). Peroxide containing tooth whiteners: An update on safety. *Compend. Contin. Educ. Dent.*, (suppl **28**):S4-S9.
- Lin, C.H, Chou, T.M, Chen JH, et al. (2008) Evaluation of the effect of laser tooth whitening. *Int J Prosthodont.*, **21**, (5), 415-8.
- Link, J. (1973). Discoloration of the teeth in alkaptonuria and Parkinsonism, Chronicle Omaha. *Dist. Dent. Soc.*, **36**, (5), 130.
- Liu, F., Xu, M.M., Zhang, F., Yang, Y.D. (2008).[Relationship between resin bonding strength and time on deep enamel after bleaching treatment]. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* **43**, (6), 360-1
- Loretto, S.C., Braz, R., Lyra, A.M., Lopes, L.M. (2004). Influence of photopolymerization light source on enamel shear bond strength after bleaching. *Braz Dent J.*, **15**, (2), 133-7.

- Luk, K., Tam, L., Hubert, M. (2004). Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *J Am Dent Assoc.*, **135**, (2), 194-201.
- Madison, S., Walton, R. (1990). Cervical root resorption following bleaching of endodontically treated teeth. *J Endod.*, **16**, (12), 570-4.
- Mahony, C., Felter, S.P., McMillan, D.A. (2005). An exposure-based risk assessment approach to confirm the safety of hydrogen peroxide for use in home tooth bleaching. *Regul Toxicol Pharmacol.*, **44**, (2), 75-82.
- Maia, E., Baratieri, L.N., Caldeira de Andrada, M.A., Monteiro, S.Jr., Vieira, L.C. (2008). The influence of two home-applied bleaching agents on enamel microhardness: an in situ study. *J Dent.*, **36**, (1), 2-7.
- Marshall, G.W., Balooch, M., Kinney, J.H., Marshall, S.J. (1997). The dentin substrate structure and properties related to bonding. *Journal Of Dentistry.*, **25**, 6, 441–58.
- Martin, J.H., Bishop, J.C., Guentherman, R.H., Dorman, H.L. (1968). Cellular response of gingiva to prolonged application of dilute hydrogen peroxide. *J Periodontol*, **39**, (4), 208–210.
- Mason, P.N., Ferrari, M., Cagidiaco, M.C., Davidson, C.L. (1996). Shear bond strength of four dentinal adhesives applied in vivo and in vitro. *J Dent.*, **24** (3):217-22.
- Matis, B.A., MoABD, H.N., Cochran, M.A., Eckert, G.J. (2000). Clinical evaluation of bleaching agents of different concentrations. *Quintessence Int.*, **31**, (5), 303-10.
- Matis, B.A., Wang, Y., Jiang, T., Eckert, G.J.(2002). Extended at-home bleaching of tetracycline-stained teeth with different concentrations of carbamide peroxide. *Quintessence Int.*, **33**, (9), 645-55.
- Matis, B.A., Wang, Y., Eckert, G.J et al. (2006). Extended bleaching of tetracyclinestained teeth: a 5-year-study. *Oper Dent.*, **31**, (6), 643-51.

- McCaslin, A.J., Haywood, V.B., Potter, B.J, Dickinson, G.L, Russell, C.M. (1999). Assessing dentin color changes from nightguard vital bleaching. *J Am Dent Assoc.*, **130**, (10), 1485-90.
- McCracken, M.S., Haywood, V.B. (1996). Demineralization effects of 10 percent carbamide peroxide. *J Dent.*, **24**, (6), 395-8.
- McGuckin, R.S., Babin, J.F., Meyer, B.J. (1992). Alterations in human enamel surface morphology following vital bleaching. *J Prosthet Dent.*, **68**, (5), 754-60.
- McLaren, K. (1987). Colour space, colour scales and colour differences, In: McDonald, R., editor, Colour physics for industry, Huddersfield, H. Charlesworth. Co. Ltd, 97-115.
- Mielczarek, A., Klukowska, M., Ganowicz, M., Kwiatkowska, A., Kwaśny, M. (2008). The effect of strip, tray and office peroxide bleaching systems on enamel surfaces in vitro. *Dent Mater.*, **24**, (11), 1495-500.
- Miles, P.G., Pontier, J.P., Bahiraei, D., Close, J. (1994). The effect of carbamide peroxide bleach on the tensile bond strength of ceramic brackets: an in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, **106**, (4), 371-5.
- Miller, A., Long, J., Cole, J., Staffanou, R. (1993). Shade selection and laboratory communication. *Quintessence Int.*, **24**, (5), 305-9.
- Miller, E.K., Lee, J.Y., Tawil, P.L. (2012). Emerging therapies for the management of traumatized immature permanent incisors. *Pediatr Dent.*, **34** (1), 66-9.
- Miyazaki, M., Sato, H., Sato, T., Moore, B.K., Platt, J.A. (2004). Effect of a whitening agent application on enamel bond strength of self-etching primer systems. *Am J Dent.*, **17**, (3), 151-5.
- Moffitt, J.M., Cooley, R.O., Olsen, N.H., Hefferen, J.J. (1974). Prediction of tetracycline induced tooth discolouration. *J. Am. Dent. Assoc.*, **88**, (3), 547-52

- Monaghan, P., Lim, E., Lautenschlager, E. (1992). Effect of home bleaching preparations on composite resin color. *J. Prosthet. Dent.*, **68**, (4), 75-78.
- Montalvan, E., Vaidyanathan, T.K., Shey, Z., Janal, M.N., Caceda, J.H. (2006). The shear bond strength of acetone and ethanol-based bonding agents to bleached teeth. *Pediatr Dent.* 28, (6), 531-6.
- Moraes, R.R., Marimon, J.L., Schneider, L.F., Correr, S.L., Camacho, G.B., Bueno, M. (2005). Carbamide peroxide bleaching agents: effects on surface roughness of enamel, composite and porcelain. *Clin Oral Investig.*, **10**, (1), 23-8.
- Moreno, E.C. (1993). Role of Ca-P-F in caries prevention: chemical aspects. *Int Dent J.*, **43**, (1), 71-80.
- Mujdeci, A.Gokay, O. (2006) Effect of bleaching agents on the microhardness of tooth colored restorative materials. *J. Prosthet. Dent.*, **95**, (4), 286-9.
- Munro., I.C., Williams., G.M., Heymann, H.O., Kroes, R. (2006). Use of hydrogen peroxide-based tooth whitening products and its relationship to oral cancer. *J Esthet Restor Dent.*, **18**, (3), 119-25.
- Muraguchi, K., Shigenobu, S., Suzuki, S., Tanaka, T. (2007). Improvement of bonding to bleached bovine tooth surfaces by ascorbic acid treatment. *Dent Mater J.*, 26, (6), 875-81.
- Murchinson, D.F., Charlton, D. G., Moore, B. K. Carbamide peroxide bleaching: effects on enamel surface hardness and bonding. *Oper Dent.*, **17**, (5), 181-5.
- MABDnje, L., Darvell, B.W. (2003). Aspects of water sorption from the air, water and artificial saliva in resin composite restorative materials. *Dent Mater.*, **19**, (5), 414-22.
- Nakayabashi, N., Kojima, K. and Masuhara E. (1982) The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res.*, **16**, (3):265-273.

- Nakabayashi, N.(1985). Bonding of restorative materials to dentine: the present status in Japan. *Int Dent J.*, **35**, (2), 145-54.
- Nakabayashi, N., Saimi, Y. (1996). Bonding to intact dentin. *Journal Of Dental Research.*, **75**, 1706–15.
- Nakabayashi, N., Pashley, D. (1998). Evolution Of Dentin Resin Bonding. Hybridization of Dental HardTissues. *Osaka, Quintessence Publishing Co, Inc.*, 1–20.
- Nakajima, M., Sano, H., Burrow, M., Tagami, J., Yoshiyama, M., et al. (1995). Tensile bond strength and SEM evaluation of caries-affected dentin using dentin adhesives. *J Dent Res.*, **74**, 1679-88.
- Nakamici, I., Iwaku, M., FABDyama, T. (1938). Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion tests. *J Dent Res.*, **62**, 1076-81.
- Nathan, C.F. (1987). Neutrophil activation on biological surfaces. Massive secretion of hydrogen peroxide in response to products and macrophages and lymphocytes. *J Clin Invest* 80: 1550-60.
- Nathanson, D. (1997). Vital tooth bleaching: sensitivity and pulpal considerations. *J. Am. Dent. Assoc.* 128:suppl:41S-44S.
- Nathoo, S.A., Chmielewski, M.B., Kirkup, R.E. (1994). Effect of Colgate Platinum Professional Tooth Whietning Systems on microhardness of enamel, dentin and composite resins. *Compend. Contin. Educ. Dent.*, **15**, (suppl 17),S627-S630.
- Nathoo SA. (1997). The chemistry and mechanisms of extrinsic and intrinsic discoloration. *J Am Dent. Assoc.***128** Suppl, 6S-10S. Review.
- Neimar, S., Sylvio, M.J., Alfredo, M.F., Gilberto, M.A. (2009). Effect of dental bleaching on the microleakage of class V composite restorations. *Journal of Dental Science*, vol **24** no **23**.

- Newburn, E.(1992). Current regulations and recommendations concerning water fluoridation, fluoride supplements and topical fluoride agents. *J Dent Res.*, **71**, 5, 1255-65.
- Nikolaenko, S.A., Lohbauer, U., Roggendorf, M., Petschelt, A., Dasch, W., Frankenberger, R. (2004). Influence of c-factor and layering technique on microtensile bond strength to dentin. *Dent Mater.*, **20**, (6):579-85.
- Nordbo, H., Eriksen, H.M., Rolla, G., Attramadal, A., Solheim, H. (1982). Iron staining of the acquired enamel pellicle after exposure to tannic acid or chlorhexidine. *Scand. J. Dent. Res.*, **90**, (2), 117-23.
- Oilo, G. (1993). Bond strength testing-what does it mean? *Int Dent J.*, **43**, (5), 492-8.
- Okuda, M., Nikaido T., Maruoka, R., Foxton, R.M., Tagami, J. (2007). Microtensile Bond strengths to cavity flourid dentin in indirect composite restorations using resin coating. *J Esthet Restor Dent.*, **19**, 38-48.
- Oltu, U., Gürkan, S. (2000). Effects of three concentrations of carbamide peroxide on the structure of enamel. *J Oral Rehabil.*, **27**, (4), 332-40.
- Ontiveros, J.C, Paravina, R.D. (2009). Color change of vital teeth exposed to bleaching performed with and without supplementary light. *J Dent.*, *J Dent.*, **37**, (11), 840-7.
- Oshiro, M., Kurokawa, H., Ando, S., Irokawa, A., Miyazaki, M., Platt, J.A. (2007). The effect of bleaching on the elastic modulus of bovine enamel. *Dent Mater J.*, **26**, (3), 409-13.
- Oskoe, P.A., Navimipour, E.J., Oskoe, S.S., Moosavi, N. (2010). Effect of 10% sodium ascorbate on bleached bovine enamel surface morphology and microhardness. *Open Dent J.*, **21**, 4, 207-10.
- Oya, Y., Yamamoto, K. & Tonomura, A. (1986). The biological activity of hydrogen peroxide I. Induction of chromosome-type aberrations susceptible to inhibition by

- scavengers of hydroxyl radicals in human embryonic fibroblasts. *Mutat. Res.*, **172**, 3, 245–53.
- Önal B. Restoratif diş hekimliğinde maddeler ve uygulamaları. İzmir 2004; 228-244.
- Özok, A.R., Wu, M.K., Wesselink, P.R. (2002). Comparison of the in vitro permeability of human dentine according to the dentinal region and the composition of the simulated dentinal fluid. *J Dent.*, **30**, (2-3): 107-11.
- Özyeşil, A.G., Günal, Ş., Belli, S., Eskitaşçıoğlu, G. (2009). İki farklı bağlanma dayanımı testinin karşılaştırılması(Mikroshear ve Mikro gerilim). *SÜ Diş Hek Fak Derg.*, **18**, 118-121.
- Parima, D., Tsai-Kun, L., Angela, A.L., Leroy, F.L. (2004). Hydrogen peroxide induces topoisomerase I-mediated DNA damage and cell death. *J Biol Chem.*, **9**, (15),14587-94.
- Parsons, J.R, Walton, R.E., Wiliamson, L.R. (2001). In vitro longitudinal assessment of coronal discoloration from endodontic sealers. *J Endod.*, **27**, (11), 699-702.
- Pashley, D.H., Ciucchi, B., Sano, H., Horner, J.A. (1993). Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int.*, **24**, (9), 618-31.
- Pashley, D.H., Sano, H., Ciucchi, B., Yoshiyama, M., Carvalho, R.M. (1995). Adhesion Testing Of Dentin Bonding Agents: A Review. *Dental Materials.*, **11**, 2, 117–125.
- Pashley, D.H, Carvolho, R.M. (1997). Dentin Permeability And Dentin Adhesion. *Journal Of Dentistry.*, **25**, (5), 355–72.
- Pashley, D.H., Carvalho, R.M., Sano, H., Nakajima, M., Yoshiyama, M., Shono, Y., et al. (1999). The microtensile bond test: a review. *J Adhens.*, **1**, (4), 299-309.
- Perdigão, J., Lopes, M. (1999). Dentin bonding-state of the art. *Compend Contin Educ Dent.*, **20**, (12), 1151-58.

- Pereira, P.N., Okuda, M., Sano, H., Yoshikawa, T., Burrow, M.F., Tagami, J. (1999). Effect of intrinsic wetness and regional difference on dentin bond strength. *Dent Mater.*, **15** (1), 46-53.
- Perinka, L., Sano, H., Hosoda, H. (1992). Dentin thickness, hardness, and Ca-concentration vs bond strength of dentin adhesives. *Dent Mater.*, **8**, (4), 229-33.
- Phrukkanon, S., Burrow, M.F., Tyas, M.J. (1998). The influence of cross-sectional shape and surface area on the microtensile bond test. *Dent Mater.*, **14**, (3), 212–21.
- Pindborg, J.J. (1970). Pathology of the dental hard tissues. Copenhagen: Munksgaard,, p221.
- Pinheiro, J.E.C, Fidel, R.A., da Cruz Filho, A.M., Silva, R.G., Pécora, J.D. (1996). In vitro action of various carbamide peroxide gel bleaching agents on the microhardness of human enamel. *Braz Dent J.*, **7**, (2), 75-9.
- Polydorou, O., Mönting, J.S., Hellwig, E., Auschill, T.M. (2007). Effect of in-office tooth bleaching on the microhardness of six dental esthetic restorative materials. *Dent Mater.*, **23**, (2), 153-8.
- Potocnik, I., Kosec, L., Gaspersic, D. (2000). Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure, and mineral content. *J Endod.*, **26**, (4), 203-6.
- Prati, C., Nucci, C., Montanari, G. (1991). Shear bond strength and microleakage of dentin bonding systems. *J Prosthet Dent.*, **65**, (3), 401-7.
- Price, R.B., Sedarous, M., Hiltz, G.S. (2000). The pH of tooth-whitening products. *J Can Dent Assoc.*, **66**, (8), 421-6.
- Qin, QH., Swain, M.V. (2004). A micro-mechanics model of dentin mechanical properties. *Biomaterials.*, **25**, (20), 5081-90.

- Reis, A.F., Oliveria, M.T., Giannini, M., De Goes, M.F., Rueggeberg, F.A. (2003). The effect of organic solvents on one bottle adhesives bond strength to enamel and dentin. *Oper Dent.*, **28**, (8), 700-6.
- Roberson, T.M., Heymann, H.O., Swift, E. (2002). Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry. Mosby.
- Robertello, F.J., Coleman, A.K., Dishman, M.V. (1998). The effect of bleaching on mercury release from amalgam. *J. Dent. Res.*, **77**, 243.
- Rodríguez, J.A., Basting, R.T., Serra, M.C., Rodríguez, J.A.L. (2001). Effects of 10% carbamide peroxide bleaching materials on enamel microhardness. *Am J Dent.*, **14**, (2), 67-71.
- Rotstein, I., Lehr, Z., Gedalia, I. (1992). Effect of bleaching agents on inorganic components of human dentin and cementum. *J Endod.*, **18**, (6), 290-3.
- Rotstein, I., Cohenca, N., Mor, C. (1995). Effect of carbamide peroxide and hydrogen peroxide on the surface morphology and zinc oxide levels of IRM fillings. *Endod. Dent. Traumatol.*, **11** (6), 279-83.
- Rotstein, I., Dankner, E., Goldman, A. (1996). Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J. Endod.*, **22**, (1), 23-25.
- Rotstein, I., Mor, C., Arwaz, J.R. (1997). Changes in surface levels of mercury, silver, tin, and copper of dental amalgam treated with carbamide peroxide and hydrogen peroxide in vitro. *Oral Surg Oral Pathol Oral Radiol Endod.*, **83**, (4), 506-509.
- Rueggeberg, F.A., Margeson, D.H. (1990). The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. *J Dent Res.*, **69**, (10), 1652-8.
- Ruse, N.D., Smith, D.C., Tomeck, C.D. (1990). Preliminary surface analysis of etched, bleached and normal bovine enamel. *J.Dent.Res.*, **69**, (9), 1610 -13.

- Sa, Y., Chen, D., Liu, Y., Wen, W., Xu, M., Jiang, T., Wang . (2012). Effects of two in-office bleaching agents with different pH values on enamel surface structure and colour: An in situ vs. in vitro study. *Y. J Dent.*, [Epub ahead of print]
- Sadek, F.T., Goracci, C., Cardoso, P.E.C., Tay, F.R., Ferrari, M. (2005). Microtensile bond strength of current dentin adhesives measured immediately and 24 hours after application. *J Adhes Dent.*, **7**, (4), 297-302.
- Sano, H., Shono, T., Takatsu, T., Ciucchi, B., Carvalho, R., Pashley, D.H. (1994). Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength - Evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater.*, **10**, 236-240.
- Sano, H. (2006). Microtensile testing, nanoleakage, and biodegradation of resin-dentin bonds. *J Dent Res.*, **85**, (1), 11-4.
- Sauro, S., Pashley, D.H., Montanari, M., Chersoni, S., Carvalho, R.M., Toledano, M., Osorio, R., Taf, F.R., Pratti, C. (2007). Effect of simulated pulpal pressure on dentin permeability and adhesion of self-etch adhesives. *Dent Mater.*, **23**, (6), 705-13.
- Schemehorn, B., González-Cabezas, C., Joiner, A. (2004). A SEM evaluation of a 6% hydrogen peroxide tooth whitening gel on dental materials in vitro. *J Dent.*, **32**, 1, 35-9.
- Schreiner, R.F., Chappell, R.P., Glaros, A.G., Eick, J.D. (1998). Microtensile testing of dentin adhesives. *Dent Mater.*, **14**, (3), 194-201.
- Schulte, J.R., Morrisette, D.B., Gasior, E.J., Czajewski, M.V. (1994). The effects of bleaching application time on the dental pulp. *J. Am. Dent. Assoc.*, **125**, (10), 1330-35.
- Schwartz, R.S., Summit, J.B., Robbins, J.W. (2006). Fundamentals of Operative Dentistry, A Contemporary Approach. (3rd ed.) *Quintessence Publishing*, Illinois.

- Scientific Committee on toxicity, ecotoxicity and the environment(CSTEE); Opinion on results of risk assessment of: Hydrogen peroxide human health effects Cas no: 7722-84-1. EINECS no: 231-765-0. Report version: Draft of 24 April 2001.
- Sclare, R. (1984). Hereditary opalescent dentine (dentinogenesis imperfecta). *Br. Dent. J.*, **84**, (8), 164-6.
- Seghi, R.R., Denry, I. (1992). Effects of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel in vitro. *J Dent Res.*, **71**, (6), 1340-4.
- Shannon, H., Spencer, P., Gross, K., Tira, D. (1993). Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Quintessence Int.*, **24**, (1), 39-44.
- Shereen, S.A., Camilo, M., Eliana, S., Robert, R. (2009). Effect of home bleaching systems on enamel nanohardness and elastic modulus. *Journal of dentistry.*, **37**, (3), 185-90.
- Shields, E.D., Bixler, D., El-Kafrawy, A.M.A. (1973). Proposed classification for heritable dentine defects with description of a new entity. *Arch. Oral. Biol.*, **18**, (4), 543-53.
- Shimada, Y., Senawongse, P., Harnirattisai, C., Burrow, M.F., Nakaoki, Y., Tagami, J. (2002). Bond strength of two adhesive systems to primary and permanent enamel. *Oper Dent.*, **27**, (4), 403-9.
- Shimada, Y., Tagami, J. (2003). Effects of regional enamel and prism orientation on resin bonding. *Oper Dent.*, **28** (1), 20-7.
- Shirai, K., De Munck, J., Yoshida, Y., Inoue, S., Lambrechts, P., Suzuki, K., Shintani, H., Van Meerbeek, B. (2005). Effect of cavity configuration and aging on the bonding effectiveness of six adhesives to dentin. *Dent Mater.*, **21** (2), 110-124.

- Shono, Y., Terashita, M., Pashley, E.L., Brewer, P.D., Pashley, D.H. (1997). Effects of cross-sectional area on resin-enamel tensile bond strength. *Dent Mater.*, **13**, (5), 290-6.
- Shono, Y., Ogawa, T., Terashita, M., Carvalho, R.M., Pashley, E.L., Pashley, D.H. (1999). Regional measurement of resin-dentin bonding as an array. *J Dent Res.*, **78**, (2), 699-705.
- Slupphaug, G., Kavli B., Krokan, H.E. (2003). The interacting pathways for prevention and repair of oxidative DNA damage. *Mutat Res.*, **531** (1-2), 231-51.
- Smidt, A., Weller, D., Roman, I., Gedalia, I. (1998). Effects of bleaching agents on microhardness and surface morphology of tooth enamel. *Am J Dent*, **11**, (1), 83-5.
- Soderholm, K.J. (1991). Correlation of in vivo and in vitro performance of adhesive restorative materials: a report of the ASC MD 156 Task Group on Test Methods for the Adhesion of Restorative Materials. *Dent Mater.*, **7**, (2), 74-83. Review.
- Sorenson, J.A., Martinoff, J.T. (1984). Intracoronar reinforcement and coronal coverage :a study of endodontically treated teeth. *J. Prost. Dent.*, **51**, (4), 780, 1984.
- Souza-Gabriel, A.E., Vitussi, L.O., Milani, C., Alfredo, E., Messias, D.C., Silva-SoABD, Y.T. (2011). Effect of bleaching protocols with 38% hydrogen peroxide and post-bleaching times on dentin bond strength. *Braz Dent J.*, **22**, (4), 317-21.
- Spalding, M., Taveira, L.A., de Assis, G.F. (2003). Scanning electron microscopy study of dental enamel surface exposed to 35% hydrogen peroxide: alone, with saliva, and with 10% carbamide peroxide. *J Esthet Restor Dent.*, **15**, (3), 154-64.
- Spyrides, G.M., Perdigão, J., Pagani, C., Araújo, M.A., Spyrides, S.M. (2000). Effect of whitening agents on dentin bonding. *J Esthet Dent.*, **12**, (5), 264-70.
- Stangel, I., Ellis, T.H., Sacher, E. (2007). Adhesion to tooth structure mediated by contemporary bonding systems. *Dent Clin North Am.*, **51**, (3), 677-94.

- Stavridakis, M.M., Krejci, I., Magne, P. (2005). Immediate dentin sealing of onlay preparations: Thickness of precured dentin bonding agent and effect of surface cleaning. *Oper Dent.*, **30**, (6), 747-57.
- Sterrett, J., Price, R.B., Bankey, T. (1995). Effects of home bleaching on the tissues of the oral cavity. *J. Can. Dent .Assoc.*, **61**, (5), 412-20.
- Stokes, A.N., Hood, J.A., Dhariwal, D., Patel, K. (1992). Effect of peroxide bleaches on resin-enamel bonds. *Quintessence Int.*, **23**, (11), 769-71.
- Sudsangiam, S., van Noort, R. (1999). Do dentin bond strength tests serve a useful purpose? *J Adhes Dent.*, **1**, (1), 57-67.
- Sulieman, M., Addy, M., Macdonald, E., Rees, J.S. (2004).A safety study in vitro for the effects of an in-office bleaching system on the integrity of enamel and dentine. *J Dent.*, **32**, (7), 581-90.
- Sulieman, M. (2005a). An overview of tooth discoloration: extrinsic, intrinsic and internalized stains. *Dent. Update*, **32**, (8), 463- 71.
- Sulieman, M. (2005b). An overview of bleaching techniques: 3. In-surgery or power bleaching. *Dent Update.*, **32**, (2), 101-4, 107-8.
- Sulieman, M. (2006). Tooth bleaching by different concentrations of carbamide peroxide and hydrogen peroxide whitening strips: An in vitro study. *J Esthet Restor Dent.*, **18**, (2). 93-100.
- Summit, J.B., Robbins, J.W., Hilton, T.J., Schwartz, R.S. (2006). Fundamentals of operative dentistry: A contemporary approach. Third Edition. Quintessence Publishing Co Inc, UK.
- Sun, G. (2000). The role of lasers in cosmetic dentistry. *Dental Clinics of North America.*, **44**, (4), 831-50.

- Sundell, S., Koch, G. (1985). Hereditary amelogenesis imperfecta: epidemiology and classification in a Swedish child population. *Swed. Dent. J.*, **9**, (4), 157-69.
- Sung, E.C., Chan, S.M., Mito, R., Caputo, A.A. (1999). Effect of carbamide peroxide bleaching on the shear bond strength of composite to dental bonding agent enhanced enamel. *J Prosthet Dent.*, **82**, (5), 595-9.
- Swift, E.J. Jr. (1994). Analysis of dental adhesive systems using scanning electron microscopy. *Int Dent J.*, **44**, (4), 349-59.
- Swift, E.J. Jr., Perdigão, J., Heymann, H.O. (1995). Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. *Quintessence Int.*, **26**, (2), 95-110. Review.
- Tabatabaei, M.H., Arami, S., Nojouman, A., Mirzaei, M. (2011). Antioxidant effect on the shear bond strength of composite to bleached bovine dentin. *Braz J Oral Sci.*, **10**, (1), 33-36.
- Tagami, J., Tao, L., Pashley, D.H., Horner, J.A. (1989). The permeability of dentine from bovine incisors in vitro. *Arch Oral Biol.*, **34**, (10):773-7.
- Taher, N.M. (2005). The effect of bleaching agents on the surface hardness of tooth colored restorative materials. *J Contemp Dent Pract.*, **15**, (2), 18-26.
- Takahashi, A., Inoue, S., Kawamoto, C., Ominato, R., Tanaka, T., Sato, Y, Pereira, P.N., Sano, H. (2002). In vivo long-term durability of the bond to dentin using two adhesive systems. *J. Adhes. Dent.*, **4**, (2), 151-159.
- Tam, L. (1999). Clinical trial of three 10% carbamide peroxide bleaching products. *J Can Dent Assoc*, **65**, 201–205.
- Tames, D., Grando, L.J., Tamer, D.R.(1998). In vitro study of alterations of dental enamel submitted to %10 carbamide peroxide. *J Dent Res*, **77**, 1153.
- Tani, C., Finger, W.J. (2002). Effect of smear layer thickness on bond strength mediated by three all-in-one self-etching priming adhesives. *J Adhes Dent.*, **4**, (4), 283-9.

- Tanumiharja, M., Burrow, M.F., Tyas, M.J. (2000). Microtensile bond strengths of seven dentin adhesive systems. *Dent Mater.*, **16**, (3), 180-7.
- Tavares, M., Stultz, J., Newman, M., Smith, V., Kent, R., Carpino, E., Goodson, J.M. (2003). Light augments tooth whitening with peroxide. *J Am Dent Assoc.*, **134**, (2), 167-75.
- Tay, F.R., Pashley, D.H. (2001). Aggressiveness of contemporary selfetching systems I: Depth of penetration beyond smear layers. *Dental Materials.*, **17**, (4), 296–308.
- Telles, P.D.S., Machoda, M.A.A., Nör, J.E. (2001). SEM study of a selfetching primer adhesive system used for dentin bonding in primary and permanent teeth. *Pediatric Dentistry.*, **23**, (4), 315–20.
- Thomas, D.L. (1994). Tooth whitening: review of the literature. *Northwest. Dent. Review.*, **73**, (4), 21-6.
- Thylstrup, A., Ferjerskov, O. (1995). Clinical and pathological features of dental caries. *In: Textbook of clinical cariology*, **2nd. Ed.**, 130-136.
- Titely, K., Torneck, C.D., Smith, D.C. (1988a). Effect of concentrated hydrogen peroxide solution on the surface morphology of cut human dentin. *Endod Dent Traumatol.*, **4**, (1), 32-6.
- Titely, K.C., Torneck, C.D., Smith, D.C., Adibfar, A. (1988b). Adhesion of composite resin to bleached and unbleached bovine enamel. *J Dent Res.*, **67**, (12), 1523-8.
- Titely, K.C., Torneck, C.D., Smith, D.C., Chernecky, R, Adibfar, A. (1991). Scanning electron microscopy observations on the penetration and structure of resin tags in bleached and unbleached bovine enamel. *J Endod.*, 17(2):72-5.
- Titely, K.C., Torneck, C.D., Ruse, N.D. (1992). The effect of carbamide-peroxide gel on the shear bond strength of a microfil resin to bovine enamel. *J Dent Res.*, **71**, (1), 20-4.

- Titley, K.C., Torneck, C.D., Ruse, N.D., Krmec, D. (1993). Adhesion of a resin composite to bleached and unbleached human enamel. *J Endod.*, **19**, (3), 112-5.
- Torneck, C.D., Titley, K.C., Smith, D.C. (1992). Effect of water leaching on the adhesion of composite resin to bleached and unbleached bovine enamel. *J. Endod.*, **17**, (4), 20-24.
- Tschoppe, P., Neumann, K., Mueller, J., Kielbassa, A.M. (2009). Effect of fluoridated bleaching gels on the remineralization of predemineralized bovine enamel in vitro. *J Dent.*, **37** (2):156-62.
- Tulga, F., Özok, R., Gürbüz, A., Özkan, P. (2000). Effect of different types of vital bleaching agents on microhardness of human enamel. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, **117**, (5), 592-4.
- Türker, S.B., Biskin, T. (2002). The effect of bleaching agents on the microhardness of dental aesthetic restorative materials. *J Oral Rehabil.*, **29**, (7), 657-61.
- Türker, S.B., Biskin, T. (2003). Effect of three bleaching agents on the surface properties of three different esthetic restorative materials. *J Prosthet Dent.*, **89**, (5), 466-73.
- Türkun, M., Sevgican, F., Pehlivan, Y., Aktener, B.O. (2002). Effects of 10% carbamide peroxide on the enamel surface morphology: a scanning electron microscopy study. *J Esthet Restor Dent.*, **14**, (4), 238-44.
- Ulu T. (2004). Beyazlatma maddelerin minenin remineralizasyon kapasitesine etkisi. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü; İstanbul.
- Ulukapi, H. (2007). Effect of different bleaching techniques on enamel surface microhardness. *Quintessence Int.*, **38**, (4), 201-5.

- Unlu, N., Cobankara, F.K., Ozer, F. (2008). Effect of elapsed time following bleaching on the shear bond strength of composite resin to enamel. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.*, **84**, (2), 363-8.
- Urist, M.R, Ibsen, K.H. (1963). Chemical reactivity of mineralized tissue with oxytetracycline. *Arch Pathol.*, 484-496.
- Uysal, T., Basciftci, F.A., Uşümez, S., Sari, Z., Buyukerkmen, A. (2003). Can previously bleached teeth be bonded safely? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, **123**, (6), 628-32.
- Valandro, L.F., Della Bona, A., Bottino, M.A and Neisser MP (2005) The effect of ceramic surface treatment on bonding to densely sintered alumina ceramic, *J Prosthet Dent.*, **93**, (3), 253-9.
- Van der Bijl, P., Pitigoi-Aron, G. (1995). Tetracyclines and calcified tissues. *Ann. Dent.*, **54**, (1-2), 69-72.
- Van der Burgt, T.P., Ten Bosch, J.J., Borsboom, P.C., Kortsmit, W.J. (1990). A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *J. Prosthet. Dent.*, **63**, (2), 155-62.
- Van der Vyver, P.J., Lewis, S.B., Marais, J.T. (1997). The effect of bleaching agent on composite/enamel bonding. *J Dent Assoc.*, **52**, (10), 601-3.
- Van Meerbeek, B., Inokshi, S., Braem, M., Lambrechts, P., Vanherle, G. (1992). Morphological aspects of the resin-dentin interfussion zone with different dentin adhesive systems. *J Dent Res.*, **71**, (8), 1530-40.
- Van Meerbeek, B., Perdigao, J., Gladys, S., Lambrechts, P., Vanherle, G. (1996). Enamel and dentin adhesion. Schwartz RS, Summitt JB, Robbins JW. *Fundamentals of Operative Dentistry. A Contemporary Approach*. Quint Pub. Company Co, Inc Illinois., 141-186.

- Van Meerbeek, B., Perdigão, J., Lambrechts, P., Vanherle, G. (1998). The clinical performance of adhesives. *J Dent.*, **26**, (1), 1-20. Review.
- Van Meerbeek, B., Varas, S., Inoue, S., Yoshida, Y., Peumans, M., Lambrechts, P. (2001). Adhesives And Cements To Promote Preservation Dentistry. *Operative Dentistry.*, **26**, 119–144.
- Van Meerbeek, B., De Munck, J., Yoshida, Y., Inoue, S., Vargas, M., Vijay, P., Van Landuyt, K., Lambrechts, P., Vanherle, G. (2003a). Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges. *Oper Dent.*, **28**, (3), 215-35.
- Van Meerbeek, B., De Munck, J., Mattar, D., Van Landuyt, K., Lambrechts, P. (2003b). Microtensile bond strengths of an etch&rinse and self-etch adhesive to enamel and dentin as a function of surface treatment. *Oper Dent.*, **28**, (5), 647-60.
- Van Meerbeek, B., Peumans, M., Poitevin, A., Mine, A., Van Ende, A., Neves, A., De Munck, J. (2010). Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater.*, **26**, (2), 100-21.
- Varughese, K., Moreno, E.C. (1981). Crystal growth of calcium apatites in dilute solutions containing fluoride. *Calcif Tissue Int.*, **33**, 431-9.
- Versluis, A., Tantbirojn, D., Douglas, W.H. (1997). Why do shear bond tests pull out dentin? *J Dent Res.*, **76**, (6), 1298-307.
- Waerhaug, M., Gjermo, P., Rolla, G., Johansen, J.R. (1984). Comparison of the effect of chlorhexidine and CuSO₄ on plaque formation and development of gingivitis. (1984). *J. Clin. Periodontol.*, **11**, (3), 176-80.
- Wallman, I.S., Hilton, H.B. (1962). Teeth pigmented by tetracycline, *Lancet.*, I, 827-829.

- Watanabe, K., Shibata, T., KurABDwa, T., Morisaki, I., Kinehara, M., Igarashi, S., Arisue, M. (1999). Billirubin pigmentation of human teeth caused by hyperbilirubinaemia. *J. Oral. Med. Pathol.*, **28**, (3), 128-30.
- Wattanapayungkul, P., Yap, A.U. (2003). Effects of in-office bleaching products on surface finish of tooth-colored restorations. *Oper Dent.*, **28**, (1), 15-9.
- Watts, A., Addy, M. (2001). Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J.*, **190**, (6), 309-16.
- Weatherall, J.A., Robinson, C., Hallsworth, A.S. (1972). Changes in the fluoride concentration of the labial surface enamel with age. *Caries Res.*, **6**, (4), 312-24.
- Weerheijm, K.L., Mejare, I. (2003). Molar incisor hypomineralisation : a questionnaire inventory of its occurrence in member countries of European Academy of Paediatric Dentistry. *Int. J. Paediatr. Dent.*, **13**, (6), 411-6.
- Weiger, R., Kuhn, A., Löst, C. (1993). Effect of various types of sodium perborate on the pH of bleaching agents. *J Endod.*, **19**, (5), 239-41.
- Weymann, J., Porteous, J.R. (1962). Discoloration of the teeth probably due to administration of tetracyclines. A preliminary report. *Br. Dent. J.*, **113**, 51- 54.
- Wiktop, C.J.Jr. (1988) Amelogenesis imperfecta, dentinogenesis imperfecta and dentine dysplasia revisited: problems in classifications, *J. Oral. Pathol.*, **17**, (9-10), 547-553.
- Wilder, A.D., Jr, Swift, E.J., Jr, May, K.N. Jr., Waddal, S.L. (1998). Bond strengths of conventional and simplified bonding systems. *Am J Dent.*, **11**, 114-117.
- White, D.J., Kozak, K.M., Zoladz, J.R., Duschner, H., Götz, H. (2002). Peroxide interactions with hard tissues: effects on surface hardness and surface/subsurface ultrastructural properties. *Compend Contin Educ Dent.*, **23**, (1A), 42-8.
- Woolverton, C.J., Haywood, V.B., Heymann, H.O. (1993). Toxicity of two carbamide peroxide products used in nightguard vital bleaching. *Am. J. Dent.*, **6**, (6), 310.

- Wright, J.T., Robinson, C., Shoe, R. (1991). Characterisation of the enamel ultra structure and mineral content in hypoplastic amelogenesis imperfecta. *O.O.O.O. Endod.*, **72**, (5), 594-601.
- Yalcin, F., Gurgan, S. (2005). Bleaching induced colour change in plastic filling materials, *J.Biomater. Appl.*, **19**, (3), 187-95.
- Yeh, S.T., Su, Y., Lu, Y.C., Lee, S.Y. (2005). Surface changes and acid dissolution of enamel after carbamide peroxide bleach treatment. *Oper Dent.*, **30**, (4), 507-15.
- Yeşilyurt, C., Bulucu, B. (2006). Bond strength of total-etch and self-etch dentin adhesive systems on peripheral and central dentinal tissue: a microtensile bond strength test. *J Contemp Dent Pract.*, **7**, (2), 26-36.
- Yoshida, Y., Van Meerbeek, B., Nakayama, Y., Snauwaert, J., Hellemans, L, Lambrechts, P., Vanherle, G., Wakasa, K. (2000). Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces. *Journal Of Dental Research.*, **79**, (2), 709–14.
- Yoshiyama, M., Carvalho, R., Sano, H., Horner, J., Brewer, P., Pashley, D. (1996). Regional bond strengths of resins to human root dentine. *J Dent.*, **24**, (6), 435-42.
- Yurdukoru, B., Akören, A.C, Ünsal, M.K. (1998). Diş beyazlatma işleminin mine yüzey morfolojisine etkileri. *AÜ Dis. Hek. Fak. Derg.*, **(25)**, 291-298.
- Zach, L., Cohen, G. (1965). Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg Oral Pathol.*, **19**, 515-530.
- Zalkind, M., Arwaz, J.R., Goldman, A., Rotstein, I. (1996). Surface morphology changes in human enamel, dentin and cementum following bleaching: a scanning electron microscopy study. *Endod Dent Traumatol.*, **12**, (2), 82-8.
- Zaragoza, V.M.T. (1984). Bleaching of vital teeth :Technique ,Esto Modeo., **9**, 7-30.
- Zimerli, B., Jeger, F., Lussi, A. (2010). Bleaching of nonvital teeth. A clinically relevant literature. *Schweiz Monatsschr Zahmed review.*, **120**, (4), 306-20.

Zouain-Ferreira, S.L., Zouain-Ferreira, T.R., da Silva C.R., Cervantes Dias, K.R., Caldeira-de-Araujo, A., Bernardo-Filho, M. (2002). Radiation induced-like effects of four home bleaching agents used for tooth whitening: effects on bacterial cultures with different capabilities of repairing deoxyribonucleic acid (DNA) damage. *Cell Mol Biol* (Noisy-le-grand)., **48**, 521-4.

8. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	GÖKÇE	Soyadı	SARUHAN OĞLU
Doğ.Yeri	MİNDEN	Doğ.Tar.	12/05/1981
Uyruğu	T.C	TC Kim No	52993132374
Email	denti_gokce@hotmail.com	Tel	-

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mez. Yılı
Doktora	İ.Ü. DİŞHEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ	2012
Yük.Lis.	M.Ü. DİŞHEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ	2005
Lisans		
Lise	KADIKÖY ANADOLU LİSESİ	2000

İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
1.	Doktora Öğrencisi	İ.Ü DİŞHEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ	2007-2012
2.			-
3.			-

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*	KPDS/ÜDS Puanı	(Diğer) TOEFL Puanı
İngilizce	iyi	iyi	iyi	87	243
Almanca	orta	orta	orta		

*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
LES Puanı	56.461	57.307	56.884
(Diğer) Puanı			

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
Power Point Ürünleri	iyi

Yayınları/Tebliğleri Sertifikaları/Ödülleri

Özel İlgi Alanları (Hobileri):

