



T.C.

SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**BEYAZLATMA SONRASI FARKLI YÜZEY İŞLEMLERİNİN
MİNE BAĞLANMA DAYANIMI ÜZERİNE ETKİSİ**

Dt. Büşra ÇINAR

UZMANLIK TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır

SİVAS

2022



T.C.

**SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**BEYAZLATMA SONRASI FARKLI YÜZEY İŞLEMLERİNİN
MİNE BAĞLANMA DAYANIMI ÜZERİNE ETKİSİ**

**Dt. Büşra ÇINAR
UZMANLIK TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır**

**Prof. Dr. Diğdem EREN
DANIŞMAN ÖĞRETİM ÜYESİ
SİVAS**

2022

“Beyazlatma Sonrası Farklı Yüzey İşlemlerinin Mine Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkisi” adlı Uzmanlık Tezi, jürimiz tarafından Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalında Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

AD SOYAD

İMZA

Başkan

Prof. Dr.

Üye

Prof. Dr.

Üye

Doç. Dr.

ONAY

Bu tez çalışması, tarihinde Fakülte Yönetim Kurulu tarafından belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İhsan HUBBEZOĞLU

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

DEKANI

ÖZET

BEYAZLATMA SONRASI FARKLI YÜZEY İŞLEMLERİNİN MİNE BAĞLANMA DAYANIMI ÜZERİNE ETKİSİ

Büşra ÇINAR

Restoratif Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı

Sivas, 2022

Bu in vitro çalışmanın amacı diş yüzeylerine beyazlatmadan sonra antioksidan ajan, remineralizasyon ajanı ve yüzey preparasyonu uygulamalarının kompozit rezin-mine bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirilmesidir.

Çalışmamızda 128 adet üst anterior diş kullanılmış olup uygulanacak yüzey işlemleri ve termal yaşlandırmaya göre 16 ana gruba ayrılmıştır (n=8). Termal siklus uygulanan ve uygulanmayan 2 pozitif kontrol grubu hariç diğer gruplardaki örnekler %40'lık hidrojen peroksit içerikli beyazlatma ajanı ile (Opalesence Boost, Ultradent, Inc., South Jordan UT, ABD) beyazlatma yapıldıktan sonra uygulanacak yüzey işlemleri ve termal sıklusa göre 14 gruba ayrılmıştır. (Sodyum Askorbat, *Rhus Coriaria* ve *Myrtus Communis*, Remineralizasyon Ajanı (Curodont Protect), 0,5mm'lik mine yüzeyi preperasyonu, 2 hafta yapay tükürükte bekletme).Yüzey işlemlerinden sonra dişlere 5.jenerasyon adeziv (Adper Single Bond 2, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) uygulanarak sonrasında 3x4 mm'lik silindirik silikon kalıplar kullanılarak kompozit rezin (Estelite Asteria, Tokuyama Dental, Tokyo, Japonya) ile restore edilmiştir. Hazırlanan grupların yarısına 24 saat distile suda bekletildikten sonra makaslama bağlanma dayanımı testi uygulanırken, diğer yarısı 10.000 devirlik termal siklusla yaşlandırmaya tabi tutulduktan sonra bağlanma dayanımı testi yapılmıştır. Kırık yüzeyleri Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir. Veriler, istatistiksel yöntem olarak tek yönlü Varyans Analizi ve Tukey Testi ile değerlendirilmiştir.

Termal yaşlandırma uygulanan ve termal yaşlandırma uygulanmayan gruplar ortalama bağlanma değerleri açısından incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir (p=0,001). Her bir grup için termal yaşlandırma, ortalama bağlanma değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde bir değişiklik oluşturmamıştır

($p>0,05$). Termal yaşlandırma uygulanmayan ve uygulanan gruplarda pozitif kontrol grubu bağlanma dayanımı değerlerine (16,77 MPa ve 17,53 MPa) en çok yaklaşan grup restorasyon öncesinde 2 hafta yapay tükürükte bekletilen (14,91 MPa ve 19,33 MPa) gruplardır. Aralarında istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Ayrıca termal siklus uygulanmayan gruplarda mine yüzeyinin prepare edildiği örnekler beyazlatmadan hemen sonra restore edilen negatif kontrol grubu örneklerine göre istatistiksel olarak daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri göstermiştir ($p<0,05$). Sodyum Askorbat, *Rhus Coriaria*, *Myrtus Communis* ve Curodont Protect uygulanması makaslama bağlanma dayanımı üzerine olumlu etki oluştursa da istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir ($p>0,05$).

Çalışmamız sonuçlarına göre özellikle beyazlatma sonrası mine yüzeyel preperasyonu ve restorasyonu gerektiren durumlarda aşındırma işlemleri 2 hafta restorasyonun ertelenmesine alternatif olabilir.

Anahtar kelimeler: Beyazlatma; antioksidan ajan; remineralizasyon ajanı; yapay tükürük; makaslama bağlanma dayanımı.

ABSTRACT

THE EFFECT OF DIFFERENT POST-BLEACHING SURFACE TREATMENTS ON ENAMEL BOND STRENGTH

Büşra ÇINAR

Department of Restorative Dentistry

Sivas, 2022

This in vitro study aimed to evaluate the effects of antioxidant agent, remineralization agent and surface treatment on the bond strength of resin composite to enamel after bleaching of dental surfaces.

For this study, 128 upper anterior teeth were used, which were divided into 16 main groups (n=8) according to planned surface treatments and thermal aging. Except for 2 positive control groups with or without thermal cycling treatment, the samples in the other groups were divided into 14 subgroups after bleaching with 40% hydrogen peroxide bleaching agent (Opalalance Boost, Ultradent, Inc., South Jordan UT, USA) to undergo different surface treatments and thermal cycling. (Sodium ascorbate, *Rhus coriaria* and *Myrtus communis*, Remineralization Agent (Curodont Protect), 0.5 mm enamel surface reduction, storage in artificial saliva for 2 weeks). Following surface treatments, a 5th generation adhesive (Adper Single Bond 2, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) was applied on the teeth, which were then restored with a resin composite (Estelite Asteria, Tokuyama Dental, Tokyo, Japan) using 3x4 mm cylindrical silicone molds. While half of the teeth prepared thus far underwent shear bond strength test after storage in distilled water for 24 hours, the other half was subjected to thermal aging at 10,000 cycles, followed by bond strength test. Next, fracture surfaces were examined under Scanning Electron Microscope (SEM). The data were statistically analyzed using one-way Analysis of Variance and Tukey's test.

A significant difference was observed in the mean bond strength values between the groups with or without exposure to thermal aging ($p=0.001$). For each group, thermal aging did not result in a significant change in the mean bond strength values ($p>0.05$). Among the groups treated with or without thermal aging, the groups that most closely matched the bond strength values of the positive controls (16,77 MPa ve 17,53 MPa) were those stored in artificial saliva (14,91 MPa ve 19,33 MPa)

for 2 weeks prior to restoration, with a non-significant difference ($p>0,05$). In addition, among the groups which were not subjected to thermal aging, those with enamel surface preparation showed greater bond strength values compared to the samples in the negative control group which were restored immediately after bleaching ($p<0.05$). Although treatment with sodium ascorbate, *Rhus coriaria*, *Myrtus communis* and Curodont Protect showed a positive effect on shear bond strength, the difference was not significant ($p>0,05$).

Our findings suggest that etching procedures may be an alternative to delaying restoration for 2 weeks, especially in cases that require superficial enamel preparation and restoration after bleaching.

Keywords: Bleaching; antioxidant agent; remineralization agent; artificial saliva; shear bond strength.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
TABLolar DİZİNİ	xv
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1. Renklenme Nedenleri ve Tipleri	3
2.2. Beyazlatma	4
2.2.1. Beyazlatma İşleminin Tarihçesi.....	5
2.2.2. Beyazlatma İşleminin Endikasyonları ve Kontrendikasyonları.....	6
2.2.3. Beyazlatma Ajanları ve Mekanizmaları	7
2.2.3.1. Hidrojen Peroksit	7
2.2.3.2. Karbomit Peroksit	9
2.2.3.3.Sodyum Perborat	9
2.2.3.4. Kalınlaştırıcı Madde.....	10
2.2.3.5. Taşıyıcı.....	10
2.2.3.6. Yüzey Aktif Madde ve Renk Seyrelticiler	10
2.2.3.7. Koruyucu.....	10
2.2.3.8 Tatlandırıcılar	10
2.2.4. Vital Beyazlatma Yöntemleri	11
2.2.4.1. Ofis Tipi Vital Beyazlatma	11
2.2.4.2. Ev Tipi Vital Ağartma.....	12
2.2.4.3. Tezgah Üstü Ürünler ile Vital Beyazlatma	13
2.2.4.4. Bekleme Odasında Vital Beyazlatma.....	13
2.2.5. Beyazlatmanın Yan Etkileri	14
2.2.5.1. Hassasiyet.....	14
2.2.5.2. Gingival İrritasyonlar	14
2.2.5.3. Rezorbsiyonlar	15
2.2.5.4. Diş Sert Dokularında Değişim ve Pulpa Hasarı	15
2.2.5.5. Restoratif Materyaller Üzerine Etkileri.....	16
2.2.5.6. Kompozit Resinlerin Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkileri	16

2.2.6. Antioksidanlar ve Etki Mekanizmaları	18
2.2.7. Remineralizasyon Ajanı ve Etki Mekanizması	25
2.3. Adezyon.....	26
2.3.1. Mine Adezyonu.....	27
2.3.1.1. Asitle&Yıka Adezif Sistemler	28
2.3.1.2. Self Etch Adeziv Sistemler	30
2.4. Yapay Yaşlandırma	31
2.5. Bağlanma Dayanımı Testleri.....	32
2.5.1. Makaslama Bağlanma Testi.....	32
3.GEREÇ VE YÖNTEM	34
3.1. Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması.....	34
3.2. Çalışmada Kullanılan Cihaz, Ekipman ve Materyaller	34
3.3 Çalışma Grupları	37
3.4. Örneklerin Hazırlanması	39
3.5. Dental Beyazlatma Uygulaması	40
3.6. Deneysel Antioksidanların Hazırlanması ve pH Tayini.....	41
3.6.1. Sodyum Askorbat Sentetik Solüsyonu Hazırlanması	42
3.6.2. <i>Rhus coriaria</i> L. (Sumak) Bitki Ekstraktının ve Doğal Antioksidan Solüsyonunun Hazırlanması	43
3.6.3. <i>Myrtus communis</i> L. (Murt) Meyve Ekstratının ve Doğal Antioksidan Solüsyonunun Hazırlanması	44
3.7. Beyazlatılmış Mine Yüzeylerine Deneysel Antioksidan Tedavilerinin Uygulanması (Grup 3, Grup 4, Grup 5, Grup 11, Grup 12, Grup 13).....	45
3.8. Beyazlatılmış Mine Yüzeylerine Remineralize Ajan Tedavisinin Uygulanması (Grup 6 ve Grup 14)	46
3.9. Beyazlatılmış Mine Yüzeylerinin Aşındırılması (Grup 7 ve grup 15).....	47
3.10. Yapay Tükürük Hazırlanması ve Örneklerin Yapay Tükürükte Bekletilmesi (Grup 8 ve Grup 16)	47
3.11. Kompozit Örneklerin Hazırlanması	48
3.12. Termal Yaşlandırma Uygulanması.....	51
3.13. Örneklerin Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi	52
3.14 Örnek Yüzeylerinin Stereomikroskop ile Analizi	53
3.15. Örnek yüzeylerinin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile Değerlendirilmesi	53
3.16. İstatiksel Yöntem.....	54

4.BULGULAR.....	55
4.1. Makaslama Bağlanma Dayanım Testi Bulguları.....	55
4.2 Kırılma Tipi Bulguları.....	61
4.3 SEM Analiz Bulguları.....	64
5.TARTIŞMA	73
6.SONUÇ VE ÖNERİLER	87
7.KAYNAKÇA.....	89



SİMGELER VE KISALTMALAR

%: Yüzde

10-MDP: 10- Metakriloiloksidetil dihidrojen fosfat

4-META: 4-metakriloksi etil trimellitik anhidrat

ark: Arkadaşları

ACP: Amorf kalsiyum fosfat

Bis-GMA: Bisfenol A-glisidil metakrilat

BPDM: Bifenil dimetakrilat

Ca/P: Kalsiyum/Fosfor

CAT: Katalaz

COX-2: Siklooksijenaz -2

DPPH : 1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil radikali

EDS : Enerji Dispersiv Spektrum

GPx: Glutasyon peroksidaz

Gr: Grup

GR: Glutasyon redüktaz

HEMA: Hidroksietil Metakrilat

HOO-: Peroksidil iyonu HP,

H₂O₂ (HP): Hidrojen peroksit

ISO: International Standarts Organisation (Uluslararası standartlar organizasyonu)

CPP-ACP: Kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum fosfat

KP: Karbamid peroksit

MDP: Metakriloiloksidetil Dihidrojen Fosfat

MMP: Matrixmetalloproteinaz

MPa: Megapaskal

N: Newton

NTG-GMA: N-toliglisinglisidil metakrilat

OH-: Hidroksil iyonu

O₂ ·-: Süperoksit radikali

p: Anlamlılık değeri

pH : Power of Hydrogen

R ·: Alkil radikali

ROS: Reaktif oksijen türleri

RNT: Reaktif nitrojen türleri

ROOH: Oksitlenmiş substrat

SA: Sodyum Askorbat

SD: Standart Sapma

SEM: Taramalı Elektron Mikroskobu

sn: Saniye

SOD: Süperoksit dismutaz

µm: Mikrometre

UDMA: Urethane dimethacrylate

TEG-DMA: Triethylene glycol dimethacrylate

TME: Temporomandibular Eklem

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1. Hidrojen Peroksitin Dış Yüzeyinde Reaksiyonu	5
Şekil 2. 2. Beyazlatma ajanlarının kromofor moleküllerine etkisi.	8
Şekil 2. 3. Karbamiit peroksit'in hidrojen peroksit ve üreye dönüşümünün şeması	9
Şekil 2. 4. Fenton ve Weiss Reaksiyonları	19
Şekil 2. 5. Antioksidanların Eşleşmemiş Elektronlarıyla Etkileşimi	20
Şekil 3.1. Çalışmamızda hazırladığımız yapay tükürük solüsyonu ve kullandığımız sodyum askorbat tozu.....	37
Şekil 3.2. Akrile gömülmüş deney örneği	39
Şekil 3.3. Ofis tipi beyazlatma ajanı (Opalescence Boost)	40
Şekil 3.4. Beyazlatma uygulanmış bir örnek ve örneklerden oluşturulan bir çalışma grubu	41
Şekil 3.5. Şişelenmiş ekstre örnekleri	42
Şekil 3.6. Şişelenmiş antioksidan örneği ve hazırlanan sodyum askorbat solüsyonu	42
Şekil 3.7. pH metre ve Hassas Terazî	43
Şekil 3.8. Ultrasonik Banyo ve Shaker	44
Şekil 3.9. Şişelenmiş Rhus Coriaria (Sumak) ekstre örneği ve solüsyonu	44
Şekil 3.10. Şişelenmiş Myrtus Communis (Murt) ekstre örneği ve solüsyonu	45
Şekil 3.11. Antioksidanların dişlere enjektörlerle uygulanması	46
Şekil 3.12. Remineralizasyon ajanının dişlere uygulanması	46
Şekil 3.13. Mine preperasyonu için kullanılam frezler.....	47
Şekil 3.14. Yapay tükürük içinde etüvde bekletilen örnekler	48
Şekil 3.15. Çalışmada kullandığımız %37'lik fosforik asit	48
Şekil 3.16. Çalışmada kullandığımız 2 aşamalı asitle & yıka tip adeziv solüsyon (Adper SingleBond, 3M ESPE)	49
Şekil 3.17. Çalışmada kullandığımız ışık cihazı (3M ESPE Elipar DeepCure-S).....	49
Şekil 3.18. Çalışmada kullandığımız supra-nano spherical dolduruculu kompozit (Estelite Asteria).....	49
Şekil 3.19. Asit uygulanması ve adeziv ajan uygulanması	50
Şekil 3.20. Işıklı polimerizasyon ve kompozit rezin uygulama	50
Şekil 3.21. Kompozit rezin uygulanmış bir örnek ve hazırlanan bir grup	51

Şekil 3.22. Termal siklus cihazı.....	51
Şekil 3. 23. Universal test cihazı LF Plus (LLOYD Instruments,Ametek Inc.England)	52
Şekil 3.24. Kırık tiplerinin incelenmesinde kullanılan stereomikroskop.....	53
Şekil 3.25. Kırık tiplerinin incelendiği SEM cihazı (Tescan MIRA3, Çek Cumhuriyeti)	54
Şekil 4. 1. Termal Siklusa tabi tutulmayan gruplarda ortalama makaslama bağlanma değerleri (MPa)	56
Şekil 4. 2. Termal siklusa tabi tutulan gruplarda ortalama makaslama bağlanma değerleri (MPa)	58
Şekil 4. 3. Termal yaşlandırma olmayan gruplarda kırık tipi sayıları	62
Şekil 4.4. Termal siklus olan gruplarda kırık tipi sayıları.....	62
Şekil 4. 5. Adeziv Tip Kopma	63
Şekil 4. 6. Koheziv Tip Kopma (Dış Yüzeyinde Kopma)	63
Şekil 4. 7. Karma Tip Kopma	64
Şekil 4. 8. Termal Siklus sonrası bağlanma dayanımı testi sonrası pozitif kontrol grubunda görülen karma (mix) tip kırılma 40xbüyütme ,1000x büyütme (K:kompozit,A:adeziv,D:diş yüzeyi)	64
Şekil 4. 9. Bağlanma dayanımı testi sonrası pozitif kontrol grubunda görülen karma tip(mix) kırılma 40xbüyütme ,1000x büyütme (K:kompozit,D:diş yüzeyi)	65
Şekil 4. 10. Termal siklus sonrası bağlanma dayanımı testi uygulanan negatif kontrol grubunda görülen karma (mix) tip kırılma 40xbüyütme ,1000x büyütme (K:kompozit,D:diş yüzeyi).....	65
Şekil 4. 11. Bağlanma dayanımı testi sonrası negatif kontrol grubunda görülen adeziv tip kırılma 40xbüyütme ,1000x büyütme (D:diş yüzeyi,A:adeziv).....	66
Şekil 4. 12. Termal siklus sonrası bağlanma dayanımı testi uygulanan sodyum askorbat grubunda görülen adeziv tip kırılma 40xbüyütme ,1000x büyütme (A:adeziv D:diş yüzeyi)	66
Şekil 4. 13. Bağlanma dayanımı testi sonrası sodyum askorbat grubunda görülen adeziv tip kırılma 40xbüyütme ,1000x büyütme (D:diş yüzeyi,A:adeziv)	67

- Şekil 4. 14.** Termal siklus sonrası bağlanma dayanımı testi uygulanan) Rhus Coriaria(sumak) grubunda görülen karma tip kırılma 40xbüyütme ,1000x büyütme (K:kompozit,D:diş yüzeyi)..... 67
- Şekil 4. 15.** Bağlanma dayanımı testi sonrası Rhus Coriaria(sumak) grubunda görülen karma tip kırılma 40xbüyütme ,1000x büyütme (K:kompozit,D:diş yüzeyi) 68
- Şekil 4. 16.** Termal siklus sonrası bağlanma dayanımı testi uygulanan Myrtus Communis(murt) grubunda görülen karma tip kırılma 40xbüyütme ,1000x büyütme (K:kompozit,D:diş yüzeyi)..... 68
- Şekil 4. 17.** Bağlanma dayanımı testi sonrası Myrtus Communis (murt) grubunda görülen adeziv tip kırılma 40xbüyütme ,1000x büyütme (A:adeziv,D:diş yüzeyi) ... 69
- Şekil 4. 18.** Termal siklus sonrası bağlanma dayanımı testi uygulanan) Remineralizasyon ajanı grubunda görülen karma tip kırılma 40xbüyütme ,1000x büyütme (K:kompozit,D:diş yüzeyi)..... 69
- Şekil 4. 19.** Bağlanma dayanımı testi sonrası remineralizasyon ajanı grubunda görülen adeziv tip kırılma 40xbüyütme ,1000x büyütme (A:adeziv,D:diş yüzeyi) ... 70
- Şekil 4. 20.** Termal siklus sonrası bağlanma dayanımı testi uygulanan aşındırma grubunda görülen adeziv kırılma 40xbüyütme ,1000x büyütme (K:kompozit,D:diş yüzeyi)..... 70
- Şekil 4. 21.** Bağlanma dayanımı testi sonrası aşındırma grubunda görülen karma tip kırılma 40xbüyütme ,1000x büyütme(K:kompozit) 71
- Şekil 4. 22.** Termal siklus sonrası bağlanma dayanımı testi uygulanan yapay tükürük grubunda görülen karma tip kırılma 40xbüyütme ,1000x büyütme (K:kompozit,A:adeziv,D:diş yüzeyi) 71
- Şekil 4. 23.** Bağlanma dayanımı testi sonrası yapay tükürük grubunda görülen karma tip kırılma 40xbüyütme ,1000x büyütme (K:kompozit,D:diş yüzeyi)..... 72

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 3.1. Çalışmada kullandığımız cihazlar	34
Tablo 3.2. Çalışmada kullandığımız materyaller	35
Tablo 3.3. Çalışmada kullandığımız antioksidanlar	36
Tablo 3. 4. Yapay tükürük Hazırlamak İçin Kullanılan Malzemeler	36
Tablo 3. 5. Çalışma Grupları	38
Tablo 4. 1. Çalışmada değerlendirilen test ve kontrol gruplarının termal siklus yapılmayan gruplarda ortalama bağlanma değerleri, standart sapmaları ve istatistiksel farkı	55
Tablo 4. 2. Çalışmada değerlendirilen test ve kontrol gruplarının termal siklus sonrası ortalama bağlanma değerleri, standart sapmaları ve istatistiksel farkı	57
Tablo 4. 3. Termal siklus olan ve olmayan gruplarda bağlanma değerinin Post Hoc Tukey HSD test sonuçları	59
Tablo 4. 4. Termal siklus olan ve olmayan gruplarda farklı yüzey işlemlerinin karşılaştırılması	60
Tablo 4. 5. Gruplarda görülen kırık tipi	61

1.GİRİŞ

Günümüzde estetiğe verilen önemin artması ile diş beyazlatmaları daha ilgi çekici hale gelmiştir. Beyazlatma tedavisi dişlerdeki renklenmeleri etkin bir şekilde uzaklaştıran konservatif, hızlı ve ekonomik bir estetik tedavi seçeneğidir. Diş beyazlatma tedavisinde farklı yöntemler ve materyaller kullanılmaktadır (1). Bu tedavi diş hekimi tarafından klinikte, diş hekimi kontrolünde evde yapılabildiği gibi diş hekimi kontrolünde olmadan hastanın kendisi tarafından evde uygulama şeklinde de yapılabilmektedir (2).Klinikte hekim kontrolünde yapılan beyazlatmaların hasta uyumuna bağlı olmaması, hızlı ve etkili sonuçlar göstermesi gibi avantajı vardır (3).

Beyazlatma tedavilerinde sıklıkla çeşitli konsantrasyonlarda hidrojen peroksit veya karbamid peroksit kullanılmaktadır. Reaktif özelliklerinden dolayı peroksitler, beyazlatma tedavilerindeki kullanılan ana aktif kimyasal komponenttirler (4). Beyazlatma işleminin etki mekanizması oksidasyon reaksiyonuna dayanır. Mine veya dentin yüzeyine beyazlatma tedavisi uygulandığında hidrojen peroksit düşük molekül ağırlığı sayesinde mine prizmaları arasındaki porlara ve dentin yapısına penetre olur. Burada iyonik bir ayrışmaya uğrar ve bu ayrışma sonucunda serbest radikaller ve oksijen açığa çıkar (1). Mine prizmaları ve dentin yapısı içerisinde mahsur kalan artık oksijen ve serbest radikaller beyazlatma sonrası diş dokuları ile rezin esaslı restoratif materyaller arasındaki bağlanma dayanımının azalmadan sorumlu tutulmaktadır (5, 6). Beyazlatma tedavisi hastaların estetik beklentilerini karşılamada yeterli olmadığında, beyazlatma sonrası ilave estetik restorasyonların uygulanması veya mevcut restorasyonların yenilenmesi gerekebilmektedir. Beyazlatma sonrası oluşan bu bağlanma kuvvetindeki azalmayı gidermek için 24 saatten başlayıp 3 haftaya kadar restorasyonların ertelenmesi önerilmiştir (7, 8). Restorasyonların ertelenmesi nedeniyle tedavi seans sayısının artması, pek çok hasta tarafından memnuniyetsizliğe yol açmaktadır (9). Yakın dönem de beyazlatma sonrası diş yüzeylerine antioksidanlar uygulanarak, antioksidanların serbest radikal yok edici etkileri ile bağlanma dayanımını artırmaya yönelik çalışmalar yapılmıştır. Antioksidanlar kendi elektronlarını vererek serbest radikalleri nötralize edebilen bileşiklerdir. Antioksidanların uygulanması ile rezin içerikli restoratif materyallerin bağlanma dayanımının artırılması amaçlanır. Sentetik antioksidanların kullanılması

ile bağlantı dayanımının artırması doğal bitkilerin sahip oldukları antioksidan kapasiteyi araştırmaya yönlendirmiştir (10, 11). Beyazlatma sonrası yumuşak dokular için güvenli kullanılabilecek, toksik etkisi olmayan ve etkili bir antioksidan protokolü geliştirebilmek için doğal bitki ekstraktlarına odaklanılmıştır (9). Antioksidanlarla ilgili çok çeşitli çalışmalar olmasına rağmen henüz klinik kullanıma uygun formda geliştirilmiş bir tedavi protokolü bulunmamaktadır.

Remineralize edici ajanların beyazlatma sonrası kullanımının azalmış adezyon gücünü yeniden kazandırdığı, hassasiyeti azalttığı, minenin kaybettiği sertliğini geri kazandırdığı, demineralizasyona engel olduğu ve oluşabilecek pürüzlülüğü giderebilmeye katkı sağladığı bildirilmiştir (12). Beyazlatma sonrası yüzeyel mine aşındırmasının da bağlanma dayanımını artırdığına (13) dair çalışmalar vardır.

Makaslama bağlanma dayanımı testi, diş hekimliğinde kullanılan materyal test yöntemleri arasında örnek hazırlanmasının kolay olması ve yük dağılımını iyi biri şekilde yansıtabilmesi sebebiyle en sık kullanılan yöntemdir (14). Uzun süreli klinik kullanımların dental malzemelerde oluşturacağı fiziksel ve mekanik etkileri çok daha kısa sürelerde tahmin etmek için kontrol edilebilir koşullar altında in vitro testlerde yapılan çeşitli yöntemlere yapay yaşlandırma denilmektedir. Termal siklus yöntemi, en sık kullanılan yapay yaşlandırma yöntemlerinden biridir (15).

Bu çalışmanın amacı beyazlatma sonrası doğal bitkilerden elde edilen antioksidan ajanlar, sentetik antioksidan ajan, remineralizasyon ajanı ve yüzey preperasyonu uygulamalarının tek başına ve termal siklus yaşlandırma yöntemi ile birlikte rezin-mine bağlanma dayanımı üzerine etkilerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir.

Çalışmamızda oluşturduğumuz hipotez şöyledir;

H₀: Beyazlatma sonrası uygulanan farklı yüzey işlemlerinin mine bağlanma dayanımını artırma etkisi yoktur.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Renklenme Nedenleri ve Tipleri

Diş renklenmesinde en iyi sonucu elde etmek için tedavinin seçimi ve doğru bir tanı koymak çok önemlidir. Diş renklenmeleri renklenmenin etiyojisine ve lokalizasyonuna göre iki tipte sınıflandırılır (16) ;

a. İçsel renklenme,

b. Dışsal renklenme,

İçsel renklenmeler diş sert dokularının bileşimi veya kalınlığındaki yapısal bir değişiklik sonucunda meydana gelir. Dişlerin gelişimi sırasında oluşur ve dişin ışık geçirgenliğini etkilemektedir. Dişlerin normal rengi minenin mavi, yeşil ve pembe tonlarıyla belirlenir ve alttaki sarıdan kahverengiye kadar olan dentin tonlarıyla güçlendirilir. Birçok metabolik hastalık ve sistemik faktörlerin diş gelişimini etkilediği ve sonuç olarak renk değişikliğine neden olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte yaralanma gibi bir çok lokal faktör de renklenmeye neden olabilir (17) .İçsel renklenmeye neden olduğu bilinen metabolik ve sistemik hastalıklar;

1. Alkaptonüri
2. Konjenital eritropoietik porfiri
3. Konjenital hiperbilirubinemi
4. Amelogenezis imperfekta
5. Dentinogenezis imperfekta
6. Tetrasiklin renklenmesi
7. Florozis
8. Mine hipoplazisi
9. Pulpal hemorajik artıklar
10. Kök rezorpsiyonu
11. Yaşlanma(17)

Dışsal diş renklenmeleri ise diş dış yüzeyinde veya edinilmiş pelikül da bulunur. Genellikle kaynağına göre metalik ve metalik olmayan şeklinde sınıflandırılmıştır. Metalik olan renklenmeler katyonik antiseptikler ve metalik tuzlarla ilişkilidir. Birtakım ilaçlar ve mesleki maruziyetlerden kaynaklanabilir. Demir takviyesi alan kişilerde ve metallerle temas halinde çalışan işçilerde bu renklenmeler belgelenmiştir (17). Metalik olmayan dış kaynaklı renklenmeler kahve, çay, kırmızı şarap, kola gibi renklendirici içeceklerin ve renklendirici gıdaların sık tüketilmesi, tütün ürünlerinin kullanımı ve ağız hijyeninin yetersizliği nedeniyle meydana gelir (17).

İç kaynaklı renklenmeler sadece mineyi, sadece dentini ya da her iki yapıyı birden ilgilendirirken dış kaynaklı renklenmeler sadece mine dokusunda meydana gelir (18). Genellikle sarımsı dışsal renklenmeler beyazlatma tedavisine en başarılı sonuçları verirken, mavi-grimsi renkte içsel renklenmeler (tetrasiklin renklenmesi gibi) beyazlatmaya en yavaş cevap veren renklenmelerdir (19). Böyle durumlarda beyazlatma yeterli olmayabilir, bu yüzden tedavi planlanmasında beyazlatma ve lamina veneer restorasyonlar kombine tedavi olarak düşünülebilir. Önceden yapılmış olan beyazlatma işlemi lamina veneer için yapılan preparasyonlarda kaldırılan diş dokusunun miktarını azaltabilir (20) .

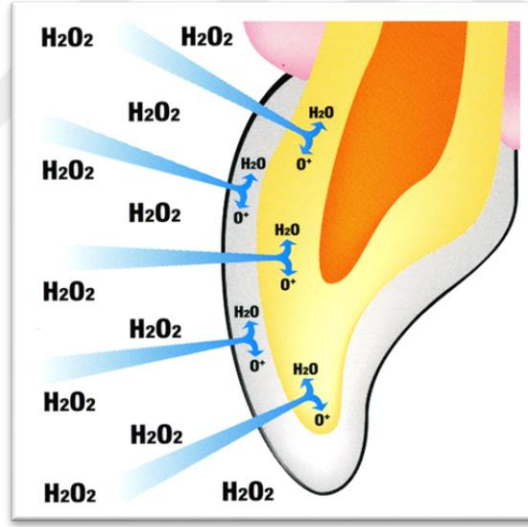
2.2. Beyazlatma

Renklenmiş dişlere kimyasal ajanlar uygulanması ile mine ve dentin dokularının derinliklerindeki organik pigmentlerin okside edilerek diş renginin açılması işlemine ‘beyazlatma’ adı verilmektedir (21). Diş renklenmesine intrinsik organik kromoforlar neden olur. Kromofor molekülleri heteroatomlar, karbonil ve fenil halkaları içerirler ve kimyasal olarak bir veya birden fazla karbon-karbon ikili bağına sahip oldukları için renkli olarak görünürler. Hidrojen peroksit bu uzun zincirli molekülleri okside eder ve translusent hale getirerek beyazlatma sağlar(22) .

Beyazlatma işleminin temeli oksidasyon-redoksasyon reaksiyonuna dayanır (23). Beyazlatma reaksiyonu sırasında peroksitler, peroksit radikalleri olarak ayrışır (Şekil 2.1). Tekil ve eşleşmemiş elektronlara sahip olan peroksit radikalleri elektronik yük taşımayan molekül parçalarıdır. Aşırı derecede reaktif olan bu radikaller, ikili bağlara karşı yüksek derecede affiniteye sahiptirler. Peroksit radikalleri kromoforun ikili bağlarına saldırarak, karbon-karbon ikili bağlarını

ayırırlar. İkili bağlar tekli bağ haline dönüşürler veya tamamen parçalanırlar. Böylece renksiz moleküller oluşur ve dişlerin daha beyaz görünmesine neden olurlar (22, 24).

Beyazlatma işlemi; tüm orijinal pigmentlerin renkleri yok olup, renksiz bir yapı haline gelmelerine kadar sürer. İster karbomit peroksit, ister hidrojen peroksit kullanılıyor olsun beyazlatmanın bir aşamasında ortamda sadece renksiz, hidrofilik yapılar bulunur. Bu aşama, doyma noktasıdır. Bu noktadan sonra beyazlama yavaşlar ve eğer işleme devam edilecek olunursa yapı içerisindeki proteinlerin karbon yapı taşlarında bozulmalar başlar. Beyazlatılan maddedeki hidroksil grupları bölünür ve madde, su ile karbondioksit kadar parçalanır. Minedeki beyazlatma uygulamasında bu aşamaya gelindiğinde hızlı madde kaybı başlar. Diş hekimleri beyazlatma yaparken diş dokularına zarar vermeden dişin renginin açılması için beyazlatma işlemini doyma noktasından önce durdurmalıdır (25).



Şekil 2. 1. Hidrojen Peroksitin Diş Yüzeyinde Reaksiyonu

2.2.1. Beyazlatma İşleminin Tarihçesi

Diş beyazlatma işleminin başlangıcı 1800'lü yıllara dayanmaktadır. Devital dişlerin içerisine ya da vital dişlerin yüzeyine direkt olarak beyazlatma ajanlarının uygulanmasıyla dişlerin beyazlatılması bir asırdan fazla süredir yapılmaktadır. 1800'lerin sonlarından bu yana klor, oksalik asit, potasyum siyanür ve diğerleri dahil

olmak üzere çeşitli oksitleyici maddelerle gerçekleştirilmektedir. Beyazlatma materyali olarak hidrojen peroksit ilk defa 1884 yılında Harlan tarafından hidrojen dioksit olarak kullanılmıştır (26).

1918 yılında Abbot adlı araştırmacı, vital dişlerin ağartılmasında %37'lik hidrojen peroksit'i ısı ve ışık ile birlikte uygulayarak günümüzde hala kullanılmakta olan ağartma tekniklerinin öncülüğünü yapmıştır (27).

Daha sonraki yıllarda Feinman (1987), ağartma tedavisinde uyguladığı %30'luk hidrojen peroksitin 'in etkisini ışık cihazı ile aktive etmiş; Reyto (1996) ise ağartma tedavisini lazer ışını ile desteklemiştir (28). Günümüzde, mevcut ofis tipi beyazlatma tekniğinde, ışıkla veya ışısız rubber-dam izolasyonu varlığında, %15 ila %40 arasında farklı konsantrasyonlarda hidrojen peroksit kullanılmaktadır (19, 29).

2.2.2. Beyazlatma İşleminin Endikasyonları ve Kontrendikasyonları **Endikasyonlar; (30, 31)**

- Madde kaybı olmayan florozis renklenmesi olan dişlerde,
- Hastanın alışkanlıklarına bağlı uzun süreli çay, kahve, tütün ve benzeri kullanıma bağlı renklenmelerde,
- Yüzeysel olan tetrasiklin renklenmelerinde,
- Travma sonucu renklenmiş vital dişlerde,
- Sararmış dişlerde (yaşlanma nedeniyle ya da doğuştan),
- Restoratif tedavilerden önce ve sonra beyazlatma yapılabilir (31).

Çok şiddetli tetrasiklin renklenmesi tedavisinde tek başına beyazlatma yeterli olmayabilir bu nedenle beyazlatma ve kron uygulaması gibi kombinasyon tedavileri düşünülebilir.

Kontrendikasyonlar;

- Yüksek beklentileri olan hastalar,
- Çürük ve peri-apikal lezyonlar içeren dişler,
- Hamilelik ve emzirme,
- Sensitivite, çatlaklar ve ekspoze dentin,
- Gülümseme hattında geniş restorasyonlar ve kronlar,

- Görülebilir diş eti çekilmeleri ve sarımsı kök yüzeylerinin açığa çıktığı yaşlı hastalarda beyazlatma işlemi kontrendikedir.

Beyazlatma işleminden sonra değiştirilmesi gereken mevcut kronlar veya restorasyonlar, bu ek mali yükü istemeyen veya karşılayamayan hastalar için bir kontrendikasyon olarak kabul edilebilir. Yukarıda belirtilen diğer kontrendikasyonlardan bazıları beyazlatma tedavisine başlamadan önce düzeltilebilmektedir. Minede tespit edilen çatlakların ve açığa çıkmış dentin alanlarının da beyazlatma tedavisi öncesinde rezin esaslı restoratif materyallerle restore edilmesi gerekmektedir (32). Hamilelik ve emziren annelerde, beyazlatıcı ajanların bileşenlerinin anne sütü ile beslenen bebekler için teratojenik olup olmadığı ya da tam tersine güvenilir olduğu ile ilgili yeterli kanıt yoktur. Bu sebeple ihtiyatlı davranılmalıdır (31).

Ayrıca başlangıç çürük lezyonu bulunan mine dokusunda ağartma tedavisinin uygulanması durumunda çürük lezyonunun daha derin mine tabakalarına geçişi hızlanmaktadır. Demineralize dokunun, peroksitin penetrasyonuna karşı daha dirençsiz olması, beyazlatma sonrasında görülen diş hassasiyetini arttıran bir durumdur (33).

2.2.3. Beyazlatma Ajanları ve Mekanizmaları

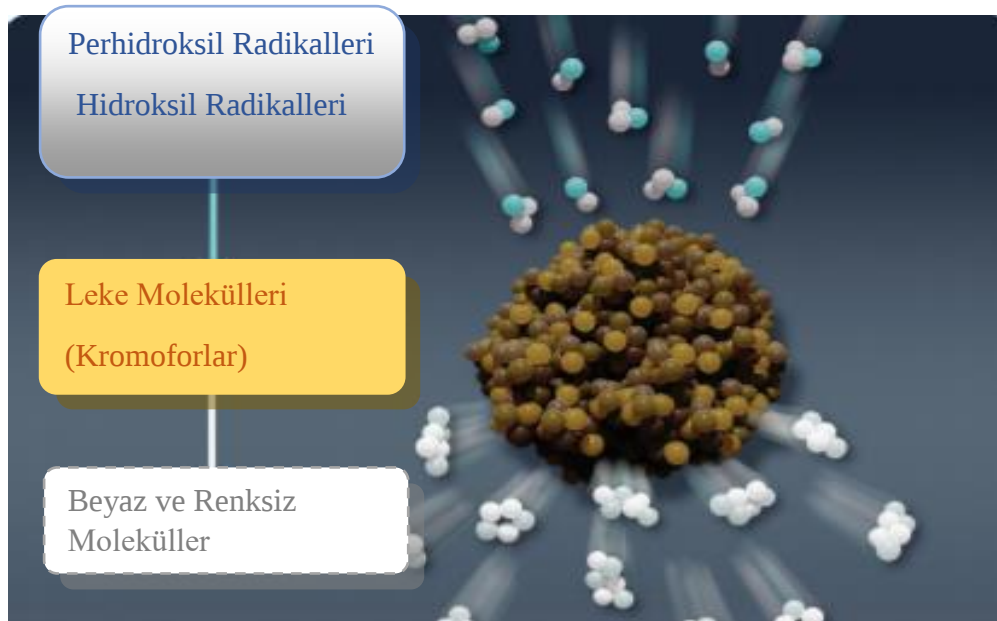
Beyazlatma ajanları aktif ve inaktif içeriğe sahiptir. Aktif içerikte hidrojen peroksit, karbamid peroksit ve peroksit içermeyen madde olarak sodyum perborat bulunabilir. Bununla birlikte inaktif içerik ise başlıca; kalınlaştırıcı madde, taşıyıcı, yüzey aktif madde, renk seyrelticiler, koruyucu ve tatlandırıcı maddeler içermektedir (34).

2.2.3.1. Hidrojen Peroksit

Günümüzde hidrojen peroksit (H_2O_2), beyazlatma işleminde en sık kullanılan kimyasal bileşiktir (35). Hidrojen peroksit direkt olarak uygulanabileceği gibi karbamid peroksit ya da sodyum perborattan kimyasal reaksiyonla da üretilir. Diş hekimliğinde beyazlatma maddesi olarak hidrojen peroksit %5-%40 arasında farklı konsantrasyonlarda kullanılmaktadır. Yüksek konsantrasyonda hidrojen peroksit yakıcıdır, temas halinde dokuları yakar ve serbest radikaller bırakabilir. Yüksek konsantrasyonlu çözeltiler, termodinamik olarak kararsız olduklarından buzdolabında ve karanlık bir kapta saklanmadığı takdirde patlayabilecekleri için dikkatli bir şekilde kullanılmalıdır. Düşük moleküler ağırlığı nedeniyle bu madde dentine nüfuz ederek

organik ve inorganik bileşiklerin çift bağlarını kırar, dentin tübüllerinin içerisine serbest oksijen radikalleri bırakabilir. Hidrojen peroksitin aktif oksijene parçalanmasını sıcaklık artışı, sodyum hidroksit ilavesi, diş yapısıyla ilgili varyasyonlar, hidrojen peroksit konsantrasyonundaki artış, genç dişlerde geniş dentin tübülleri varlığı veya ışık aktivasyonu gibi faktörler etkileyebilir (36) .

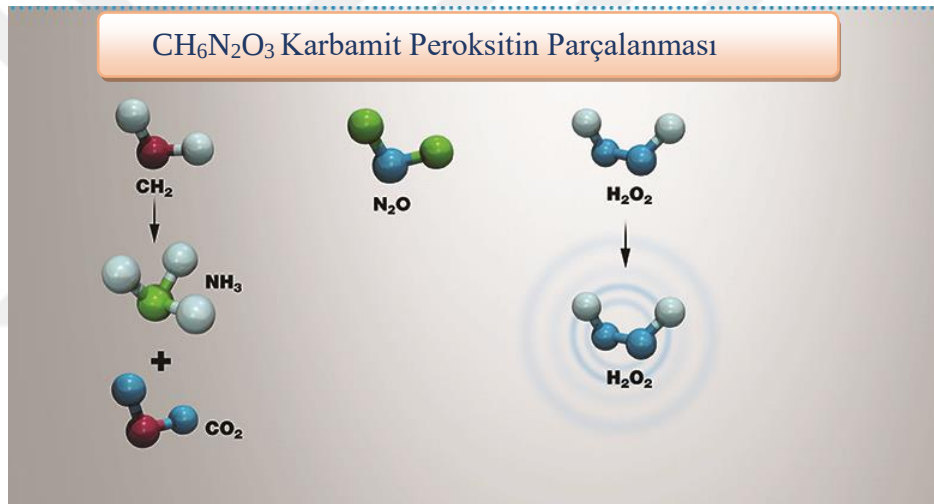
Hidrojen peroksit dişe difüze olurken kimyasal bağlarının kırılma türüne bağlı olarak hidroksil radikali, hidroperoksil radikali, hidroperoksil anyonu, süperoksit radikal anyonu ve süperoksit radikal katyonu gibi serbest oksijen radikallerine ayrışır (Şekil 2.2). Son derece reaktif olan oksijen radikalleri çift bağları kırarak, kromoforların uzun zincirlerini daha basit yapılı kısa zincirlere dönüştürerek renklenme görünümünü azaltacak şekilde dişlerin optik özelliklerini değiştirir. İdeal olan hidrojen peroksitin oksitleyici etkisinin yalnızca organik kromoforlarla sınırlanmasıdır (37). Serbest oksijen radikalleri biyolojik yapılardan hidrojen atomlarını koparabilir (38). Yani serbest oksijen radikalleri açığa çıkaran bu tür kimyasal reaksiyonların renklenmiş moleküllerin yıkımını yaparken bir yandan da biyolojik moleküllere zarar verme potansiyeli bulunmaktadır. Hidrojen peroksitin oksitleyici etkisinin aynı zamanda mine ile dentinin organik ve inorganik bileşenleriyle yani sağlam diş yapısıyla da etkileşime girdiği kanıtlanmıştır (16).



Şekil 2. 2. Beyazlatma ajanlarının kromofor moleküllerine etkisi.

2.2.3.2. Karbamid Peroksit

Beyazlatma tedavisinde kullanılan bir solüsyon olan karbamid peroksit, hidrojen peroksit ve üreye parçalanmaktadır (Şekil 2.3). Kimyasal reaksiyonla hidrojen peroksite ayrıştığında yan ürün olarak açığa çıkan üre, daha sonra amonyak ve karbondioksit'e yıkılmaktadır. Ayrıca meydana gelen amonyağın ortamdaki pH'ı yükselterek beyazlatma reaksiyonunu kolaylaştırdığı düşünülmektedir (39). Beyazlatma için kullanılan konsantrasyonlar %10 ila %35 arasında değişir. % 10 karbamid peroksit çözeltisi, % 3.35 hidrojen peroksit ve % 6.65 üre halinde parçalanır (38). Karbamid peroksit ürünleri genellikle bir gliserin bazı içerir. Çünkü bu hidrojen peroksit'e kıyasla kimyasal olarak daha stabil olmasını sağlar (36).



Şekil 2. 3. Karbamid peroksit'in hidrojen peroksit ve üreye dönüşümünün şeması

2.2.3.3.Sodyum Perborat

Sodyum perborat, intrinsik renk değişikliği olan durumlarda nonvital dişlerde kullanılan güvenli, etkili ve nispeten ucuz bir intrakoronal beyazlatma maddesidir. Toz halinde bulunan beyaz, kokusuz, suda çözünür bir kimyasal bileşiktir (40). Toz halindeyken stabil olan sodyum perborat su ile reaksiyona girerek sodyum metaborat ve hidrojen peroksit'e parçalanır. Bu kimyasal reaksiyon sonucu serbest oksijen açığa çıkarırken (monohidrat, trihidrat ve tetrahidrat) çeşitli formlarda bulunur. Bu formlarla doğru orantılı olarak açığa çıkardığı serbest oksijen miktarı değişebilir (41).

2.2.3.4. Kalınlaştırıcı Madde

En sık kullanılan kalınlaştırıcı ajan poliakrilik asit polimeri olan karbopoldür. Genellikle %0,5 ile %1,5 konsantrasyonlarda bulunur. Kalınlaştırıcı ajan viskoziteyi artırır böylece jelin yüzeye daha iyi tutunmasını sağlar. Artan viskozite tükürüğün hidrojen peroksitin etkinliğini azaltmasına da engel olur. Aynı zamanda aktif oksijen salım hızını yavaşlatarak beyazlatma ajanının daha uzun süre etkinliğini korumasına yardımcı olur (42) .

2.2.3.5. Taşıyıcı

En sık kullanılan taşıyıcı ajanlar gliserin ve propilen glikoldür. Taşıyıcı madde nem içerir ve diğer maddelerin jel içinde çözünmesine izin verir. Gliserin ürünün viskozitesini arttırarak kullanımını kolaylaştırır. Glikol ise anhidroz bir gliserindir(34).

2.2.3.6. Yüzey Aktif Madde ve Renk Seyrelticiler

Yüzey aktif madde, beyazlatma ajanının yüzeye yayılmasını, renk seyrelticiler ise pigmentlerin süspansiyon halinde durmasını sağlar. Pigmentlerin süspansiyonda kalmasına da yardımcı olan sürfaktan yüzey nemlendirici ajan olarak görev yapar ve aktif beyazlatma içeriğinin dış yüzeyine difüze olmasına yardımcı olur. Potasyum nitrat (ağırlıkça %1-5) ve florür (ağırlıkça %0.1-1) dış hassasiyetini azaltmak için kullanılırken potasyum hidroksit (ağırlıkça %1-5) beyazlatma jelinin pH'ını ayarlamak için kullanılır (34) .

2.2.3.7. Koruyucu

Beyazlatma ürünlerinin tümünde sitroksasin, fosforik asit, sitrik asit veya sodyum stannat gibi koruyucular bulunur. Bu koruyucular sayesinde hidrojen peroksitin parçalanmasını sağlayan demir, bakır, magnezyum gibi metaller beyazlatma jellerini etkileyemez ve jellerin stabilizasyonu sağlanır (34).

2.2.3.8 Tatlandırıcılar

Beyazlatma ürünlerine eklenen tatlandırıcılar ürün tatlarının hasta tarafından kabul edilebilir olmasını sağlar .Yeşil nane, keklik üzümü, taflan, anason ve sakkarin gibi tatlı tadı veren maddeler içerebilir (34) .

2.2.4. Vital Beyazlatma Yöntemleri

Genel olarak vital diş beyazlatma tedavisinin 4 farklı yöntemi bulunmaktadır:

- 1)Yüksek konsantrasyonlu ürünlerle profesyonel olarak diş hekimi tarafından uygulanan ofis tipi beyazlatma,
- 2)Bireye özel plaklar aracılığıyla diş hekimi kontrolünde, hasta tarafından uygulanan ev tipi beyazlatma,
- 3)Ağartıcı bantlar, jel kalemler gibi tezgahüstü raf ürünleri kullanılarak, diş hekimi kontrolü olmadan hasta tarafından uygulanan ev tipi beyazlatma,
- 4) Bekleme odasında beyazlatma (43) .

2.2.4.1. Ofis Tipi Vital Beyazlatma

Beyazlatma tedavisine başlamadan önce dişlerdeki renk değişiminin sebebi belirlenmeli mutlaka kaydedilmelidir. Dişler ayrıca vitalite, çürükler, çatlaklar, dişeti çekilmeleri, açık dentin yüzeyleri, beyaz noktalar ve gelişimsel defektler açısından detaylı bir muayeneden geçirilmesi ve tedavisinin tamamlanması gerekir. Bütün olgularda tedavi öncesi fotoğraflar alınmalı ve renk belirlenmelidir. Dişlerin renginin belirlenmesi; beyazlatma setlerinde bulunan renk skalaları, kolorimetre veya bilgisayar destekli renk saptama cihazları ile yapılabilmektedir (44) .

Ofis tipi diş beyazlatma işlemi diş hekimi ofisinde uygulanır ve tatmin edici sonuçlar elde etmek için bir veya birkaç ziyaret gerektirir. Hızlı sonuç bekleyen, bireysel plak kullanımını tolere edemeyen hastalarda tercih edilir. Beyazlatma için birçok ticari ürün bulunmaktadır. Bu ürünler çoğunlukla pat veya jel şeklindedir ve %5-40 arasında hidrojen peroksit içerirler. Beyazlatma ajanı doğrudan diş yüzeyine uygulanır ve bir veya daha fazla seansta gerçekleştirilebilecek her biri 15-20 dakikalık 2-4 uygulama gerektirebilir. Bununla birlikte, bu genel endikasyonlara rağmen süre, işlemlerin sayısı ve kullanım yöntemleri her zaman imalatçının talimatlarına uygun olmalı ve jelin konsantrasyonuna bağlı olarak değişmelidir (45) .

Ofis tipi ağartma tedavisini uygularken hidrojen peroksit konsantrasyonu fazla olduğu için kostik etkisine karşı dikkatli olunmalı, materyalin uygulanması ve uzaklaştırılması esnasında oldukça özen gösterilmelidir. Gözler, yanaklar, dudaklar, diş etleri ve yanma riski bulunan yumuşak dokularda koruma ve izolasyon mutlaka yapılmalıdır. Çevre yumuşak dokular ve diş etleri, koruyucu bir bariyerle ve lastik örtü ile kapatılmalıdır (44).

Bunlara ek olarak ışık uygulamaları hidrojen peroksitin oksidasyonunu hızlandırarak (termokatalitik etki ile) tedaviyi kolaylaştırır. Bu nedenle günümüzde peroksitler argon, karbondioksit, diyet lazerler, plazma arklar, kızılötesi lambalar, quartz, halojen lambalar gibi ışık kaynakları ile birlikte de kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalara göre yüksek konsantrasyonlarda hidrojen peroksit kullanımında ışık aktivasyonunun beyazlatma etkinliğine bir katkı sağlamadığı bununla birlikte diş hassasiyetini artırdığı ve potansiyel pulpa irritasyonuna neden olabileceği görülmüştür (46). Işık ve ısı aktivasyonlu beyazlatma tekniklerinin diğerleriyle karşılaştırıldığında üstünlüğü tartışma konusudur (47) .

2.2.4.2. Ev Tipi Vital Ağartma

Uygulama için ilk olarak hasta muayene edilir, dişin tedavi öncesi rengi renk skalası yardımıyla kayıt altına alınır, hasta fotoğrafları arşivlenir. Hastadan uygun bir ölçü maddesi ile (genellikle aljinat) üst ve alt çenelerin ölçü alınır. Elde edilen alçı modeller üzerinde dişlerin labial yüzeyine tüm kenarlardan 1 mm uzaklıkta olacak şekilde akışkan bir rezin ile rezervuar alanlar oluşturulur. Hazırlanan bu model üzerine vakumlu cihazda 0,75-1,5 mm kalınlığındaki yumuşak vinil materyalinden beyazlatma plakları basılır. Plaklar hasta ağızda kontrol edilir ve beyazlatma uygulama prosedürleri hakkında hastaya bilgi verilir.

Bu yöntemde %10'luk karbamid peroksit içeren ajanın hazırlanan plaklar içerisinde hastanın alışkanlıklarına, yaşam tarzına ve tercihlerine göre şekillendirilebilir. Dişlerin rengine bağlı olarak 2 ila 6 hafta boyunca 30 dakika ile 2 saat arasında bir periyotta günde iki kez ya da tüm gece boyunca, plak ile birlikte jelin kullanması tavsiye edilir. Hasta plak kullanımına uyum sağlayabilecekse, her çene için gece boyunca yaklaşık 2 hafta olmak üzere 4 haftalık bir tedavi planlaması genellikle tercih edilir. Yüzde 10'luk karbamid peroksit %3,5 H₂O₂ ve %6,5 üre içermektedir. Ürenin varlığı ajanın raf ömrünü uzatmakta ve hidrojen peroksitin salınımını yavaşlatmaktadır. Sadece bir çenede tedaviye başlamanın, hastanın tedavi edilmeyen çeneye kıyasla dişlerin renk değişikliğini doğrudan gözlemleyebilmesi nedeniyle tedavi uyumunu artırabileceği öne sürülmüştür. Bununla birlikte, toplam tedavi süresini azaltmak için her iki çenede tedaviye aynı anda başlamak, interokluzal mesafenin miktarı sebebiyle, varsa TME bozukluğu semptomlarını

şiddetlendirebilir. Bu sebeple tedaviye tek çene ile genellikle üst çene ile başlamak tavsiye edilir (48).

2.2.4.3. Tezgah Üstü Ürünler ile Vital Beyazlatma

Diş hekiminin kontrolü olmaksızın, hastaların marketlerden ve eczanelerden satın alarak kullandıkları ürünler ile yapılan beyazlatma yöntemidir. Profesyonel diş beyazlatma yöntemlerinin maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle tezgahüstü ürünler geliştirilmiştir. Bu amaçla, beyazlatma bantları, diş macunları, diş ipi, gargaralar, sakızlar ve vernikler kullanılmaktadır. Hekimin kontrolü dışında olduğu için bu ürünlerin kullanımı kimi zaman problemlere neden olsada, bazılarının oldukça etkili olduğu bilinmektedir.

Diş beyazlatıcı özelliği olduğu iddia edilen diş macunları genellikle içerdiği abraziv partiküller sayesinde bunu sağlar, az bir kısmı karbamid peroksit veya hidrojen peroksit içermektedir. İçeriklerinde yüksek oranda bulunan aşındırıcılar ile yüzeyel renklenmeleri uzaklaştırmaktadırlar. Aktif içerikleri, biyolojik film içinde yer alan organik molekülleri parçalayan enzimlerdir. Ayrıca alümina, dikalsiyum fosfat dihidrat ve silika bulunmaktadır. Beyazlatıcı gargaralar ise genellikle düşük konsantrasyonda hidrojen peroksit içermektedirler. Bunun yanı sıra diş yüzeyinde yeni renklenmelerin oluşmasını önlemek için bu ürünlere sodyum heksametafosfat da ilave edilmektedir. Beyazlatıcı diş ipinin ise interproksimal alanlardaki renklenmeleri azalttığı iddia edilmektedir. Renklenmeleri uzaklaştırmadaki etkisi, içeriğinde bulunan ve diş ipi aracılığıyla diş aralarının temizlenmesi esnasında aşındırmaya neden olan silika ile ilişkilendirilmektedir. Beyazlatma bantları beyazlatıcı ajan olarak düşük konsantrasyonda (%5-14) hidrojen peroksit içeren adeziv bantlardır ve ön dişlere yapıştırılarak kullanılır. Günde 1 ya da 2 kez 5-60 dakikalık periyotlarda hidrojen peroksit salımı yaparlar (49) .

2.2.4.4. Bekleme Odasında Vital Beyazlatma

Diş hekimi kontrolünde uygulanan ve “bekleme salonu beyazlatması” olarak bilinen yöntemde, hastaya özel olarak hazırlanmış beyazlatma plağı ile yüksek konsantrasyonda genellikle %35’lik karbamit peroksit içeren bir jel kullanılır. Hasta 30 dakika ile 1 saat aralığında bir sürede diş hekimi ofisinde beklerken bu plağı takarak işlem gerçekleştirilir (50) .

2.2.5. Beyazlatmanın Yan Etkileri

Beyazlatma ile ilgili endişeler ve olası yan etkiler nedeniyle literatürde beyazlatma tedavisinin diş hekimi kontrolünde uygulanması gerektiği belirtilmektedir. Bu sayede beyazlatma etkinliğinin artırılabilceği ve potansiyel risklerinin ise azaltılabileceği vurgulanmaktadır. Beyazlatma tedavisinde hedeflenen olası yan etkilerin ortadan kaldırıldığı veya en aza indirildiği etkili ve uzun süreli bir beyazlatma sağlanmasıdır. Beyazlatma amacıyla kullanılan oksidan ajanların ve beyazlatma tedavisinin neden olabileceği olası yan etkiler olarak hassasiyet, gingival irritasyonlar, rezorpsiyonlar, diş sert dokularında değişim ve pulpa hasarı, restoratif materyaller üzerine etkiler, kompozit rezinlerin bağlanma dayanımı üzerine etkileri olarak özetlenebilir (51) .

2.2.5.1. Hassasiyet

Beyazlatma tedavilerinin en bilinen ve en sık karşılaşılan yan etkisi diş hassasiyetidir. Bu durum; karbamid peroksit veya hidrojen peroksitin dentin dokusundan geçerek pulpaya ulaşmasıyla açıklanmıştır. Diş hassasiyeti genellikle tedavi sırasında başlar ve tedavinin sona ermesiyle kaybolur (52). Ev tipi beyazlatma uygulanıyorsa tedaviye birkaç gün ara verilmesi ve sonra devam edilmesi hassasiyeti azaltmada yardımcı olacaktır. Ayrıca firmalar hassasiyet sorununu engellemek için beyazlatma ajanlarının içine flor ve potasyum nitrat ilave etmekte, ayrıca bu ürünlerin plakla uygulanabilen formları da bulunmaktadır. Öte yandan amorf kalsiyum fosfat (ACP) ve kazein fosfopeptid-amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP) içeren ürünler de mevcuttur. Ayrıca şiddetli hassasiyet durumunda nonsteroid antienflamatuar kullanımı da söz konusudur (51) .

2.2.5.2. Gingival İrritasyonlar

Beyazlatma tedavilerinde ajanın yumuşak dokularla temasının engellenmesi ve gingival irritasyonun önlenmesi için dişeti ile yanak izolasyonu sağlayan gingival bariyer oluşturulması oldukça önemlidir. Beyazlatma ajanlarının neden olduğu gingival irritasyonun başlıca sebebi, oksidan ajandan salınan serbest radikallerdir. Özellikle ofis tipi beyazlatmada kullanılan yüksek konsantrasyonlu hidrojen peroksit ağız içi yumuşak dokularda ve dişetinde yanmayla beraber beyaz renk değişimine neden olabilmektedir. Kısa süreli temaslarda doku beyazlaşır, birkaç saat içinde ise kendiliğinden iyileşir. Uzun süreli bir temas durumunda ise dokuda ülserasyonlar görülmektedir. Ağrılı durumlarda lokal anestezikler rahatlama sağlayabilir, ayrıca

ilgili bölgenin öncelikle mutlaka bol su ile yıkanması gereklidir. Gingival irritasyon durumunda, topikal olarak E vitamini uygulamasının da durumu hızla düzeltereği bildirilmiştir (51).

2.2.5.3. Rezorbsiyonlar

Beyazlatma ajanının periodontal aralığa sızması sonucu oluşan enflamasyonun neden olduğu eksternal servikal rezorpsiyon, özellikle devital beyazlatma sonrası gözlenebilen en önemli komplikasyonlardan biridir. En önemli nedenleri pulpa odası geniş olan genç bireylerde beyazlatma uygulanması, beyazlatma sırasında koruyucu bariyerin/kaidenin uygulanmaması veya yanlış/yetersiz olması ve peroksit ajan ile birlikte ısı uygulanmasıdır (51).

2.2.5.4. Diş Sert Dokularında Değişim ve Pulpa Hasarı

Beyazlatma işleminin diş sert dokuları üzerindeki etkileri net olarak açıklanamamakla birlikte yapıda birtakım kimyasal ve morfolojik değişikliklere sebep olduğunu gösteren çalışmalar yapılmıştır. Araştırmacıların bir kısmı beyazlatma tedavileri sonucunda mine yüzeyinde demineralizasyon, porözite, erozyon ve yüzey pürüzlülüğünde artış meydana geldiğini bildirmiştir (53, 54). Ayrıca farklı çalışmalarda beyazlatma tedavileri sonrasında mine yüzey sertliğinde azalma, mine yapısındaki protein konsantrasyonunda azalma, organik matris yıkımı, mineral kayıpları, Ca/P oranında değişikliklerin görüldüğü bildirilmiştir. Araştırmacıların bir kısmına göre bu etkiler geri döndürülebilir etkilerdir (52, 55) . Beyazlatma ajanlarının minede oluşturduğu değişikliklerle ilgili çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen, dentin üzerindeki etkilerine ilişkin bilgiler oldukça sınırlıdır (56) .

Beyazlatma işleminin dentin üzerindeki etkileri incelendiğinde, beyazlatma sonrası dentinin kırılma dayanımının azaldığı, Ca/P oranında azalmaların olduğu belirtilmiştir. Beyazlatma ajanının peritübüler ve intertübüler dentinin organik kısmını çözdüğü bu durumun geçirgenliği artırdığı, sertliği ve elastiklik modülünü azalttığı rapor edilmiştir (57) . Dentinin mineden daha fazla organik içeriğe sahip olması aşınma direncinde azalma, yüzey sertliğinin azalması, yüzey pürüzlülüğünün artması gibi yan etkileri mineye oranla daha belirgin düzeyde ortaya çıkarmaktadır. Dolayısıyla dentin, mineye kıyasla ağartma ürünlerinin asidik pH'ına ve hidrojen peroksitin oksidatif etkisine karşı daha dayanıksızdır (58).

Hidrojen peroksitin konsantrasyonu ve uygulama süresi artıkça mine ve dentine penetrasyonu artmaktadır. Mine ve dentine penetre olan ajan buradan pulpa odasına ulaşabilmektedir. Hidrojen peroksit pulpa enzimlerine etki ederek duyarlılığa sebep olmaktadır. Isı aktivasyonu ile yapılan beyazlatma uygulamalarının pulpa da ısı artışına ve buna bağlı duyarlılığa neden olduğu rapor edilmiştir (59) .

2.2.5.5. Restoratif Materyaller Üzerine Etkileri

Beyazlatma ajanlarının restoratif materyaller üzerinde yüzey pürüzlülüğünde artış, porözite ve çatlak oluşumu, bakteriyel adezyonda artış, mikrosertlikte azalma, renk değişimi, marjinal bütünlüğünün bozulması ve mikrosızıntı şeklinde çeşitli olumsuz etkileri söz konusudur. Ancak bu etkilerin mevcut restorasyonlarda klinik koşullarda değişim gerektirecek düzeyde olmadığı belirtilmesi dikkat çekicidir. Öte yandan beyazlatma uygulamasının amalgam restorasyonlardan civa salınımına neden olabileceğini bildiren çalışmalar da söz konusudur (51). Beyazlatma tedavilerinin dişlerde mevcut olan direkt ve indirekt restoratif materyallerin renk, parlaklık ve floresans gibi özelliklerini değişikliğe uğrattığı bilinmektedir (60).

Ancak, doğal diş dokusunun renk özelliklerinde meydana gelen değişimler restoratif materyallere kıyasla daha fazla oranda gerçekleşir (61). Dolayısıyla beyazlatma sonunda ortaya çıkan bu renk farklılıkları, beyazlatma tamamlandıktan sonra estetik restorasyonların değiştirilmesini zorunlu kılar. Ancak ağartma materyallerinin restorasyonlar üzerindeki diğer önemli yan etkisi rezine bağlanma dayanımında azalmadır. Bundan dolayı restorasyonların genellikle beyazlatmadan yaklaşık 7- 15 gün sonra tamamlanması tavsiye edilir (62).

2.2.5.6. Kompozit Rezinlerin Bağlanma Dayanımı Üzerine Etkileri

Çalışmalar peroksit içeren beyazlatma ajanlarıyla beyazlatılan dişlerde mineye bağlanma dayanımının düştüğünü göstermektedir. Bağlanmadaki bu azalmanın sebebi, beyazlatma sonrası ortamda kalan artık peroksidin ayrışarak mine yüzeyinde oksijen birikmesi ve bu oksijenin bağlayıcı ajanın polimerizasyonunu olumsuz etkilemesidir. Oksijen varlığında açığa çıkan serbest radikaller adeziv mekanizmasını şu yolla etkilemektedir: Oksidasyon reaksiyonu sonrası peroksit interprizmatik boşluklara girer ve adezivin burada yayılmasını engelleyerek rezinin daha granular yapıda, pörözlü yapıda ve boşluklu olmasına sebep olur. Belirli bir bekleme süresi geçmesi, yüzey antioksidanı uygulanması gibi işlemler peroksitlerin yüzeyden

uzaklaşmasını sağlar ve bağlanma kuvvetleri artmış olur (63). Beyazlatma sonrası hemen restorasyon yapılmış örneklerde oluşan tag formasyonu daha ufak, ince, daha az sık, üniform olmayan yapıdadır (64).

Bunun yanında bağlanmayı olumsuz yönde etkileyen diğer bir yapı da minenin mineral içeriğindeki değişim ile ilişkilendirilmiştir. Çalışmalar göstermiştir ki %30 peroksit ile ağartmayı takiben mine geçirgenliği artar ve bu mine matriksinin yok olmasına neden olabilir. %10 karbamid peroksit ajanına 12 saat maruz kalmakta mine kırılma dayanıklılığını azaltır (5, 65). Beyazlatma sonrası meydana gelen bağlanma dayanımındaki azalmanın ise geçici olduğu ve bunu ortadan kaldırmak üzere restorasyonların yapımı için iki hafta kadar beklenmesi gerektiği bildirilmiştir (66).

Beyazlatma sonrası hastalar genellikle daha iyi bir estetik ya da eksik tedavilerini tamamlamak için porselen veneerler, kompozit veneerler veya kompozit restorasyonlara talepte bulunurlar (67). Rezin-mine bağ kuvvetinin beyazlatma uygulanmamış mine için elde edilen değerlere dönmesi için uygulama sonrası beklenmesi gerektiği bildirilmiştir. Klinik açıdan değerlendirildiğinde önerilen bekleme sürelerinin oldukça uzun olduğu görülmektedir. Restorasyonların ertelenmesi nedeniyle tedavi seans sayısının artması, pek çok hasta tarafından tolere edilememekte ve tedavilerinin kısa sürede sonuçlanmasını bekleyen hastalarda memnuniyetsizliğe yol açmaktadır (9).

Beyazlatma sonrası bağlanma dayanımını artırmak için, farklı tedavi yöntemleri önerilmiştir. Serbest oksijen radikallerinin aktivitesinden kurtulmak için antioksidan olarak sodyum askorbat, askorbik asit, katalaz, aseton, bütillenmiş hidroksianisol, üzüm çekirdeği ekstratı (68, 69) gibi antioksidan ajanların uygulanması veya sodyum florür, klorheksidin ve uçucu yağlar gibi antioksidan aktivite gösteren ağız gargaraları uygulamaları (70) önerilmiştir. Bunun haricinde yüzeysel mine tabakasının kaldırmak (13), organik çözücüler içeren adezivlerin kullanımı(71), beyazlatılmış mineye restorasyondan önce alkol uygulamak da bağlantı dayanımını artıran yöntemlerdir (13).

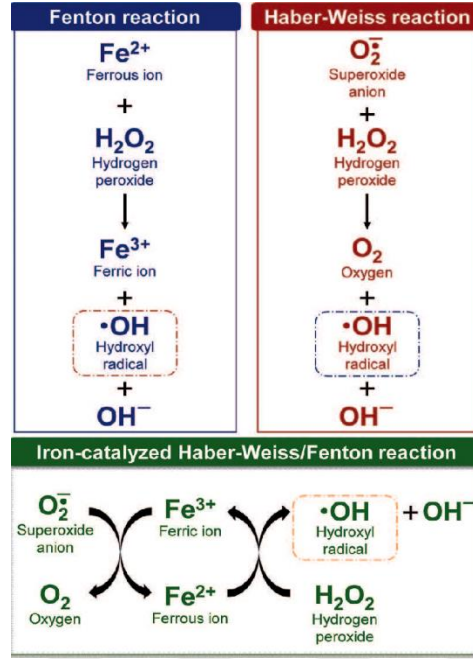
2.2.6. Antioksidanlar ve Etki Mekanizmaları

Oksijen vücut için vazgeçilmez bir element olup hidrojen, karbon, nitrojen ve kükürt ile organik moleküllerin temel yapı taşlarını oluşturur. Bunun yanı sıra hücrelerde gerçekleşen metabolik reaksiyonlar için gerekli olan oksijenin %90'ı mitokondride oksidatif fosforilasyon sırasında kullanılır. Kullanılan bu oksijenin indirgenmesi tam olarak gerçekleşmezse bir seri reaktif radikaller oluşur (72).

Serbest radikaller dış orbitalinde bir ya da daha fazla eşlenmemiş elektron taşıyan, yüksek enerjili atom veya moleküller olarak tanımlanmaktadır. Serbest radikaller eşlenmemiş elektron bulundurdıklarından dolayı diğer maddelerle kolaylıkla reaksiyona girebilirler (72).

Serbest radikaller, reaktif oksijen türleri (ROS) veya reaktif nitrojen türleri (RNT) şeklinde olabilirler ve bunlar yüksek konsantrasyonlarda oksidatif stres oluştururlar. Oksidatif stres, tüm hücre bileşenlerinde yıkım oluşturabilen zararlı bir süreçtir (73).

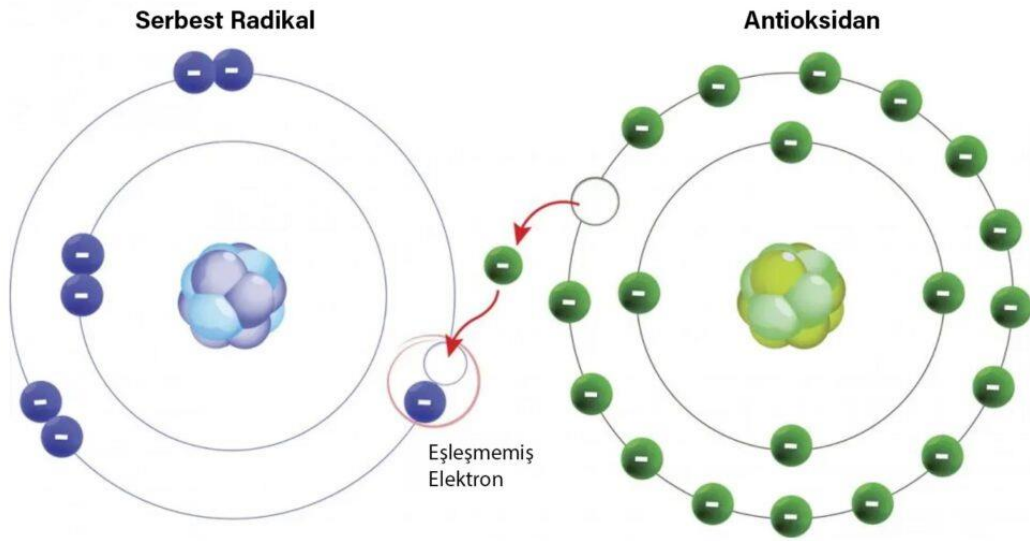
ROS, normal oksijen metabolizması sırasında az miktarda oluşan süperoksit radikali ($O_2^{\cdot-}$), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hidroksil radikali ($OH^{\cdot}$)'dir. Hidrojen peroksit bir serbest radikal olmadığı halde ROS kapsamına girer ve serbest radikal biyokimyasında önemli bir rol oynar. Çünkü Fe^{2+} veya diğer geçiş metallerinin varlığında Fenton reaksiyonu sonucu, $O_2^{\cdot-}$ varlığında Haber-Weiss reaksiyonu sonucu en reaktif ve zarar verici serbest oksijen radikali olan $OH^{\cdot}$ oluşturur (74).



Şekil 2. 4. Fenton ve Weiss Reaksiyonları

Reaktif oksijen türlerinden bazıları hücre fizyolojisinde yapıcı roller üstlenirken, hücre membranlarında ve DNA’da oldukça yıkıcı olabilmekte, membran lipid peroksidasyonu, membran iletkenliğinde azalma ve DNA mutasyonlarına yol açabilmekte ve sonuçta kansere veya dejeneratif hastalıklara sebebiyet verebilmektedir (75).

Bir sistemde antioksidanları tüketerek veya radikal üretim hızını artırarak, toplam oto oksidasyon oranını arttırabilen veya canlı bir hücrede oksidatif hasarı artırabilen bileşikler, pro-oksidanlar olarak adlandırılır. Oksidatif stres oksidan türler lehine prooksidan-antioksidan dengesinde bir bozulma ve potansiyel hasara yol açma olarak tanımlanır. Oksidatif stres, reaktif oksijen türleri üretimi ve tükenmesi arasındaki dengesizliğin sonucu olan aşırı miktarda reaktif oksijen olarak anlaşılmıştır. Bu nedenle, oksidatif stres, artan bir serbest radikal oluşumunun, aynı zamanda koruyucu antioksidan savunma sisteminin azaltılmış aktivitesinin yansımasıdır (76).



Şekil 2. 5. Antioksidanların Eşleşmemiş Elektronlarıyla Etkileşimi

Reaktif oksijen türlerinin oluşumunu engellemek, bu maddelerin meydana getirdiği hasarları önlemek ve detoksifikasyonu sağlamak üzere vücutta görev yapan savunma sistemlerine “antioksidan savunma sistemleri” ya da “antioksidanlar” adı verilir. Antioksidanların rolleri arasında serbest radikallerin fazlasını etkisizleştirmek, pro-oksidatif enzimlerin inhibe edilmesi, serbest lipid radikallerinin oluşumunun inhibe edilmesi, metallerin şelatlanması ve metal prooksidanların stabil ürünlere dönüştürülmesi, serbest radikallerin toksik etkilerine karşı hücreleri korumak ve hastalıkları önlemede katkı sağlamak sayılabilir (77).

Antioksidanlar etkilerini başlıca iki şekilde gösterirler:

1. Serbest radikal oluşumunun önlenmesi

- Başlatıcı reaktif türevleri uzaklaştırıcı etki,
- Oksijeni uzaklaştırıcı ve konsantrasyonunu azaltıcı etki,
- Metal iyonlarını uzaklaştırıcı etki.

2. Oluşan serbest radikallerin etkisiz hale getirilmesi

- **Toplayıcı etki:** Serbest oksijen radikallerini etkileyerek onları yakalama ve ya daha zayıf yeni bir moleküle çevirme etkisidir. Antioksidan enzimler ile moleküller bu yolla etki etmektedir.

- **Bastırıcı etki:** Serbest oksijen radikalleriyle etkileşip onlara bir hidrojen aktararak aktivitelerini azaltma ya da etkisiz şekle dönüştürme etkisidir. Vitaminler ve flavonoidler bu şekilde etki etmektedir.
- **Zincir kırıcı etki:** Serbest oksijen radikallerini bağlayarak zincirlerini kırıp fonksiyonlarını engelleyici etkidir. Hemoglobin, serüloplazmin ve ağır metaller oksidanları kendilerine bağlamakta ve inaktive etmektedir.
- **Onarıcı etki:** Serbest radikallerin oluşturdukları hasarı onarma etkisidir. Oksidatif hasar görmüş biyomolekülü onarmaktadırlar (78).

Antioksidanlar, endojen ve eksojen olmak üzere iki grup altında toplanabilir. Endojen kaynaklı antioksidanlar, enzimatik ve nonenzimatik antioksidanlar olarak iki alt grupta sınıflandırılabilir. Süperoksit dismutaz (SOD), Katalaz (CAT), Glutasyon peroksidaz (GPx) ve Glutasyon redüktaz (GR) enzimatik savunma hattını oluşturan enzimsel antioksidanlardır. Enzimsel olmayan antioksidanlar arasında glutasyon, melatonin, ürik asit, bilirubin, albümin, koenzim Q10, selenyum, α -lipoik asit, seruloplazmin ve transferrin sayılabilir (79).

Eksojen kaynaklı antioksidanları, vitamin eksojen antioksidanlar ve ilaç olarak kullanılan eksojen antioksidanlar olmak üzere iki grupta sınıflandırabiliriz. α -Tokoferol (Vitamin E), β -karoten (Vitamin A), askorbik asit (Vitamin C) ve folik asit (Vitamin B9) dışarıdan alınan vitamin kaynaklı antioksidanlardır (79). Eksojen antioksidanlar; vitaminler, mineraller, enzimler ve hormonların yanı sıra gıdalar ve bitkisel takviyeler gibi farklı amaçlarla alınabilir. Bu takviyeler bar, jel, kapsül, damla ve tablet formlarında olabilir. Son zamanlarda dental materyal de diş ve diş eti hastalıklarının kontrolü için diş macunlarına, ağız gargaralarına, oral spreylere ve nefes tazeleyici ürünlere antioksidan takviyeleri eklemişlerdir (80).

Oksidatif stresin, periodontitis, aftöz ülser, liken planus ve oral submüköz fibrozis gibi sonradan oral kansere dönüşebilen çeşitli oral hastalıkların gelişmesinde rol oynadığı düşünülmektedir. Antioksidanlar bu serbest radikallerin zararlı etkilerini ortadan kaldırabilir. Tükürük, bakterilere ve diğer zararlı maddelere karşı doğal bir savunmadır. Ağız boşluğunda ve tükürükte bulunan antioksidanlar bu hastalıklara karşı korunmaya yardımcı olan en önemli unsurlardır. Tükürükte bulunan antioksidanlar arasında ürik asit, albümin, askorbik asit, glutasyon ve transferrin, laktoferrin, seruloplazmin gibi enzimler bulunur. Ürik asit tükürükteki

konsantrasyonu yüksek oranda bulunan ana antioksidan iken, melatoninin güçlü bir antioksidan olarak ağız boşluğunda oksidatif stres sırasında rolü önem kazanmıştır(81).

Diş hekimliği alanında uygulanan pek çok tedavi materyali, serbest radikal oluşumuna yol açan dış kaynaklı etkenler olarak rol oynarlar. Bunlar dental ağartma materyalleri, kompozit rezin restorasyonlar, simanlar, seramik restorasyonlar, metal içerikli restorasyonlar, dental implantlar ve kanal içi medikamanlardır (82).

Serbest radikal oluşumuyla azalan bağlanma gücünü artırmak için, çeşitli çalışmalar herhangi bir restoratif prosedür uygulamadan önce belirli bir süre beklememiz gerektiğini göstermiştir (82). Benzer çalışmalar da diş ağartma tedavisi tamamlandıktan hemen sonra diş yüzeylerine antioksidanların uygulanarak serbest radikal yok edici etkilerinden yararlanılması amacıyla askorbik asit ve sodyum askorbat kullanmıştır. Askorbik asit ve sodyum askorbat, biyolojik sistemlerde reaktif serbest radikalleri yok edebilen etkili sentetik antioksidanlardır (83). Aynı amaçla alfa-tokoferol, katalaz, sodyumbikarbonat gibi başka sentetik antioksidanların da kullanıldığı çalışmalar literatürde yerini almıştır (84).

• Sodyum Askorbat

Askorbik asit (C vitamini) ve tuzları (sodyum askorbat) gibi biyolojik olarak uyumlu indirgeyici ajanlar reaktif serbest radikalleri yok edebilen güçlü sentetik antioksidanlardır (85). Askorbik asit düşük pH değeri nedeniyle diş dokularında ilave bir asitleme etkisi oluşturduğundan ve dental kronda renk değişikliği riski sebebiyle klinik uygulamalar için uygun değildir (6). Bu sebeple sodyum askorbat, diş hekimliği çalışmalarında kendine daha fazla yer bulmuştur. Sodyum askorbat nötral, toksik olmayan, biyouyumlu ve sentetik bir antioksidandır. Uygulandığı madde üzerinde redoks reaksiyonu yoluyla oksitleyici ajanda değişiklik yapma potansiyeline sahip bir maddedir. Adezivin serbest radikal polimerizasyonuna erken sonlanma olmadan devam etmesine izin vermekte ve bağlanma işleminin hemen yapılmasına olanak sağlamaktadır. %10'luk sodyum askorbat solüsyonunun, ağartılmış diş yüzeyine uygulandığında rezin-mine bağlanma dayanımındaki azalmayı artırdığı birçok çalışmada bildirilmiştir (83, 86).

Son yıllarda bitkisel ürünlerden elde edilen doğal antioksidanların ekstratlarının kullanımını takiben, beyazlatama sonrası makaslama bağ kuvvetini

değerlendiren diş hekimliği alanındaki çalışmalar da popülerlik kazanmıştır. Proantosiyanidin (üzüm çekirdeği ekstratı), domates (likopen), aloe vera ekstratı, çam kabuğu ekstratı, nar kabuğu ekstratı, yeşil çay ekstratı test edilen ekstratlardandır ve antioksidan olarak uygulanması sonrası bağ kuvvetinin geri kazanılması rapor edilmiştir (11, 87). Ancak etkinliği çeşitli çalışmalarla kanıtlanmış, klinik kullanıma uygun formda geliştirilmiş bir doğal antioksidan tedavi protokolü henüz bulunmamaktadır.

- **Doğal Antioksidanlar**

Doğal antioksidanlar, içeriğine göre basit fenolik bileşikler, polifenoller, flavonoidler gibi bileşikler içerirler. Fenolik maddeler aromatik halkasında bir veya daha fazla hidroksil grubu içeren bileşiklerdir. En basit fenolik maddenin bir tane hidroksil grubu içeren benzen yani fenol olduğu ve diğer fenolik maddelerin bundan türetildiği bilinmektedir (88). Bitkilerdeki antioksidan etkinin fenolik bileşiklerden, özellikle de flavonoid yapısından kaynaklandığı bilinmektedir. Fenolik maddeler basit fenolik maddeler ve polifenoller olmak üzere kabaca iki gruba ayrılmakla beraber bitkilerde yaygın olarak bulunan fenolik maddeler hidroksibenzoik asitler, hidroksisinamik asitler ve flavonoidler olmak üzere üç kısımda incelenmektedirler. Flavonoidler ise kateşinler, antosiyanidinler, flavonoller, flavanonlar ve proantosiyanidinler olmak üzere beş alt gruba ayrılmaktadırlar (89). Flavonoidler ve diğer bitki polifenolleri yüksek redoks potansiyelleri ile önemli antioksidanlardır. Fenolik bileşikler en aktif doğal antioksidanlardan olup, antioksidan etkileri serbest radikalleri bağlamaları, metallerle şelat oluşturmaları, bazı enzimleri inaktive etmeleriyle açıklanmaktadır (90). Polifenoller ise, lipid ve reaktif oksijen türleri bağlarını kıran radikalleri aynı metal iyonlarının yaptığı şelatlar gibi bağlarla bağlanarak süpürebilen antioksidanlardır (91).

- **Rhus Coriaria L. (Sumak)**

Rhus coriaria, Rhus cinsinin ülkemizde yetişen tek türüdür. Ülkemizde Akdeniz, Ege, Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu bölgelerinde yayılış gösterir. Özellikle Hatay, Mersin ve Antep illerimizde tüketimi yaygındır. Sumak, 1-3 m boylarında, çalı ve ağaçlık şeklinde bir bitkidir. 4-6 mm çaplı meyveleri, tek tohumlu ve küremsi, tüylü ve olgunlaşınca kırmızı renklidir. Kuru taşlık ve kayalık yerlerde,

çalılıklarda, yol kenarındaki yamaçlarda ve ormanlık yerlerde 600-1900 m yüksekliğe kadar yetişir ve 250 civarında türü vardır.(90). *Rhus coriaria* yöresel adı Sumak olarak bilinir. Sonbahar aylarında toplanır (92). Meyveleri daha çok tanen, uçucu yağ, organik asit, antosiyanidin ve sabit yağ içermektedir. Bu bitki ile yapılan önceki fitokimyasal çalışmalar ise, yapraklarının gallotanen, gallik asit, flavonoid, bi-flavonoid, şeker, vaks ve uçucu yağ bakımından zengin olduğunu göstermişlerdir (93). Sumak bitkisinde fenolik bileşikler antioksidan etkilerden sorumludur. Flavonoidler ve diğer bitki polifenoller yüksek redoks potansiyelleri ile önemli antioksidanlardır. Fenolik bileşiklerin antioksidan etkileri serbest radikalleri bağlamaları, metallerle şelat oluşturmaları, bazı enzimleri inaktive etmeleriyle açıklanmaktadır (90).

- ***Myrtus Communis L. (Murt)***

Myrtaceae ailesi çoğunluğu Amerika ve Avustralya'nın tropik ve subtropik bölgelerinde yetişen 100 cins ve 3000 türü bulunan büyük bir familyadır. Ancak bu aileden sadece *Myrtus communis* Akdeniz bölgesinde görülmektedir (94). *Myrtus communis L* ülkemizin güneyinde “murt”, “hambeles” ya da “adi mersin” olarak da isimlendirilmektedir (95). Yaprakları 3-5 cm uzunluğundadır ve tanenler, flavonoidler, sitrik asit, malik asit, uçucu yağlar içerir. Yaprak, çiçek ve meyve bezlerindeki yüksek uçucu yağ içeriğinden dolayı çok aromatik bir bitkidir. *M. communis L.* tarafından üretilen bileşiklerin antimikrobiyal (antibakteriyel, antifungal ve antiviral) ve antioksidan özellikleri bir çok çalışmada bildirilmiştir (96). Murt gibi aromatik ve tıbbi bitkiler fenilpropanoidler ve uçucu yağların etkisi ile doğal bir antioksidan kaynağıdır. Ayrıca bazı türlerinde kuvvetli antioksidan olduğu bilinen taninlerden olan proantosiyanidinlerin içerdiği de raporlanmıştır. Ayrıca murt yapraklarında, tohumunda, çiçeklerinde ve meyvelerinde gallik asit, kafeik asit, şırıngaik asit, vanillik asit ve ferulik asit gibi fenolik asit türlerinin bulunduğu ve bu sebeple murt bitkisinin antioksidan olmasının yanında antimutajenik, antitümör ve antibakteriyel etkilerinin olduğu da gösterilmiştir (97). Yapılan çalışmada mersin meyvelerinin metanol ekstraktlarının yüksek antioksidan kapasitesi raporlanmıştır (98).

2.2.7. Remineralizasyon Ajanı ve Etki Mekanizması

Remineralizasyon; ağız içinde uygun ortam oluştuğunda kalsiyum ve fosfat gibi minerallerin mine yüzeyine çökmesi süreci olarak tanımlanmaktadır (99). Diş hekimliğinde beyazlatma işlemi için kullanılan ajanların içeriğinde peroksit ajanı bulunmaktadır. Bu ajan beyazlatma işleminden sonra mine yüzeyinde sertlik kaybı ve pürüzlülük gibi birtakım değişikliklere sebep olabilmektedir. Beyazlatma sonrası görülen mine yüzey değişiklikleri pörözlü bir yapı oluşturacağından bu alanlarda renklenme kolaylaşacaktır (100). Bu durum beyazlatma yapılan diş yüzeyinde yeniden renk değişikliğini hızlandıracaktır ve bunu önlemenin yolu minede oluşan yüzey pürüzlülüğünü gidermektir. Beyazlatma işleminden sonra oluşabilecek yan etkileri azaltabilmek için remineralize edici ajanlar beyazlatma ajanlarının içerisine eklenebilir veya beyazlatma işleminden sonrası mine yüzeyine uygulanabilir. Uygulanan bu tedavi ajanları, minenin kaybettiği sertliğini geri kazandırmak, demineralizasyona engel olmak, oluşan hassasiyeti gidermek, oluşabilecek pürüzlülüğü giderebilmek, azalmış adezyon gücünü yeniden kazanmaya katkı sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Florür, kazein fosfopeptit amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP), ProArgin, kalsiyum bileşikleri gibi ajanlar, remineralizasyon amaçlı mineral jelleri, kendiliğinden birleşen anyonik peptit p11-4 gibi ajanlar bu amaçla beyazlatma işleminden sonrası kullanılabilir (12).

- **Kendiliğinden Birleşen Anyonik Peptid p11-4 (Self-Assembling Peptides)**

Demineralize diş dokusunu rejenere etmek için yakın zamanda tanıtılan kendiliğinden birleşen peptid p11-4 diş hekimliğinde rejeneratif bir yöntemdir. Bu peptid demineralize çürük lezyon bölgelerinde bir 3 boyutlu matris oluşturur, kayıp mine yapısının mine rejenerasyonunu kolaylaştıran de novo hidroksiapatit kristal oluşumunu sağlamaktadır. Peptid tedavisi, artan mineral kazancının ve mineral kaybının inhibisyonunun birleşik etkisine bağlı olarak net mineral kazancını önemli ölçüde arttırdığı görülmüştür (101). Bu peptid mine rejenerasyonu için iskelet yapısı oluşturmaktadır. Klinik düzeyde sınırlı çalışmalar bulunmakla beraber in vitro çalışmalarda olumlu sonuçlar verdiği görülmektedir. p11-4 matrisi kalsiyum iyonlarına yüksek afiniteye sahiptir ve de novo hidroksiapatit oluşumu için bir

çekirdek görevi görmektedir p11-4'ün remineralizasyonu artırdığı ve minede yüzey altı lezyonlarda demineralizasyonu inhibe ettiği gösterilmiştir (102).

Peptid p11-4 düşük pH'ta fibriller oluşturacak ve daha yüksek pH'ta çözelti içinde monomerik olacak şekilde tasarlanmıştır. Belirli çevresel etkenlerle kendiliğinden birleşen oligomerik β yaprak yapısındaki peptidler, potansiyel olarak önemli rolleri olan bir biyopolimer jenerasyondur. Uygun çevresel şartlarda, bu peptidler kendiliğinden β yaprak yapısında tek boyutlu nanobantlar oluşturmaktadır. Birleşme devam etmekte ve nanobantlar şeritler halinde sırasıyla fibrilleri, fibril çiftlerini ve fiberleri oluşturmaktadır. Bu yapı bir kenardan diğerine kenetlenecek şekilde düzenlenmektedir. Bu reaksiyon süreci peptid yapısının temelini oluşturan intramoleküler H^+ bağları ve spesifik yan zincirler arasındaki etkileşimler ile sürdürülmektedir. Fibriler ağlar, matris proteinlerinin hidroksiapatit kristallerinin birikmesini ve büyümesini kontrol ettiği bilinen ekstraselüler matrislerde bulunan biyolojik makromolekülleri yansıtan iskele benzeri yapılar oluşturabilir (103, 104).

Biyomimetik bir matriks ile mine matriksinin yer değiştirmesi esasına dayanan rejeneratif yaklaşım kendiliğinden birleşen peptitlerin remineralizasyon amacı ile kullanılmasına yönelik çalışmaları hızlandırmıştır. Peptit bazlı remineralizasyon çalışmalarında, p11-4 peptit formunun sıklıkla kullanıldığı görülmektedir (102). P11-4 (Ac-Gln-Gln-Arg-Phe-Glu-Trp-Glu-Phe-Glu-Gln-Gln-NH₂), standart sentez prosedürü olan katı faz peptid sentezi ile laboratuvar ortamında sentezlenebilmektedir. Bir dizi aminoasit dizilimi sentezi ve molekül ağırlık analizi sonucu kendiliğinden birleşen anyonik bir özellik oluşturulabilen p11-4, pH'ın 7,4'ten düşük olduğu durumlarda ve katyonların varlığında düşük viskoziteli izotropik bir sıvıdan elastomerik bir jele dönüşür (105).

2.3. Adezyon

Adezyon, iki farklı yüzeyin moleküller arasındaki çekim kuvvetleriyle birbirine bağlanmasıdır. Bu çekim kuvvetleri benzer moleküller arasında olursa kohezyon olarak tanımlanır. Adezyonu oluşturan maddeye adeziv, adezivin uygulandığı maddeye ise aderent denir. Bu durumda kullandığımız bonding ajanlar adeziv, mine ve dentin yüzeyleri ise aderent olarak kabul edilebilir. 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, adeziv sistemin yüzey gerilim değeri, aderentin yüzey gerilim değerine eşit veya mümkünse daha az olmalıdır(106).

2.3.1. Mine Adezyonu

Diş minesi, insan vücudundaki dokular arasında mineralize olmuş en sert dokudur. Embriyolojik olarak ektoderm kökenli olan mine dokusu dişlerin anatomik kronunu 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 inorganik yapısının büyük bölümü hidroksiapatit ve 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 (107). Organik kısmı ise çoğunlukla kollajenden oluşur.

Yapısal olarak; mine prizmalarından, prizma kınından ve interprizmatik matriksten oluşmaktadır. Mine prizmaları değişik boyutlarda apatit kristalleri içerir. Kristaller mineye dayanıklılık sağlayacak şekilde sıkıca paketlenmiş durumdadır. Prizmaların baş kısmında yer alan apatit kristallerinin uzun aksı, mine prizmalarının uzun aksına paralel seyrederken, kuyruk kısmında yer alanlar ise prizma aksı ile 65° açı yapmaktadır (108).

Buonocore 1955'te asit (etch) tekniğini %85 konsantrasyonda fosforik asit uygulamasıyla tanıtarak rezin materyallerin mineye retansiyonunu arttırmıştır. Düzgün mine yüzeyinin kalsiyum ve fosfat iyonlarının uzaklaştırılmasıyla beraber pürüzlü bir yüzey haline getirilerek yüzey enerjisinin artırılması sağlanmıştır. Günümüzde yaygın olarak %37 konsantrasyonda fosforik asit jel tercih edilmektedir (109). Genel kabul olarak asitle pürüzlendirme, mine de iki yolla adezyona destek sağlar;

- Yüzey pürüzlülüğünü artırarak adezyon için daha fazla yüzey alanı sağlar.
- Yüzey enerjisi artar, rezin ile mine arasındaki temas açısı azalır, ıslanabilirlik artar (110).

Adeziv rezinler, yüzeye uygulandığında kolaylıkla bu porözlü mine yüzeyine infiltre olmaktadır ve “rezin tag” adı verilen yapıları meydana getirmektedir. Bu rezin tagların, interprizmatik boşluklara penetre olan kısmına “makrotag”; intraprizmatik boşluklara penetre olan ve hidroksiapatitler ile sarılı kısmına ise

“mikrotag” adı verilmektedir. Polimerizasyon sonrasında rezin içerisinde yer alan bu yapılar, mine yüzeyi ile mikromekanik bir yapı oluşturarak bağlanmayı sağlamaktadır ve kenar sızıntılarını önlemektedir (108).

2.3.1.1. Asitle&Yıka Adeziv Sistemler

Bu adeziv sistem, öncelikle %30-40' lık fosforik asitle hem mine hem dentinde pürüzlendirme uygulamasını içermektedir. Minede hidroksiapatitler uzaklaştırılıp derin boşluklar elde edilirken, dentinde birkaç mikrometrelik demineralize alanlar oluşturularak kollajenler açığa çıkarılmaktadır (111). Temel bağlanma mekanizması difüzyon esaslıdır ve hibridizasyona ya da rezinin mümkün olan en yüksek oranda kollajen ağı infiltrasyonuna bağlıdır.

İlk aşamayı oluşturan fosforik asit uygulamasıyla smear tabakasını kaldırmak, dentin tübüllerini açmak, demineralizasyona bağlı kollajen fibrilleri açığa çıkarmak, sonrasında uygulanan primer ve bonding ajanla hibrit tabakası oluşturulmak amaçlanmaktadır (112). Asit uygulaması sonrasında diş yüzeyi yıkanarak asit kalıntıları uzaklaştırılır. Başarılı bir adezyon sağlayabilmek için dentin yüzeyi hafif nemli şekilde bırakılmalıdır. Dentin yüzeyinin aşırı derecede kurutulması, kollajen ağda büzülmeye neden olur. Bu durum primer ve adezivin penetrasyonuna engel olarak başarısız bir bağlanma ile sonuçlanır (113). İkinci aşamasını ise primer uygulanması oluşturmaktadır. Primerler kimyasal olarak su, aseton, etanol gibi organik çözücülerde çözünen hidrofilik özellikteki fonksiyonel monomerlerin karışımından oluşmaktadırlar. Primer solüsyonlarının içeriğinde çoğunlukla HEMA (2-hidroksimetil metakrilat) adlı monomer bulunmaktadır (114). HEMA'nın asitle&yıka sistemlerde en çok tercih edilen monomer olmasının nedeni hidrofilik yapısı ve düşük monomer ağırlığından kaynaklanmaktadır. HEMA hidrofilik yapısı nedeni ile dentinin ıslanabilirliğini düzenlemekte ve asit uygulaması sonrası büzülmüş kollajen yapının yeniden genişlemesini sağlamaktadır (115). HEMA' dan başka N-toliglisingsidil metakrilat (NTG-GMA), bisfenildimetakrilat (BPDM), piromellitik asit dietil metakrilat (PMDM), dipenta eritrol pentaakrilat monofosfat (PENTA), metakriloksietil trimelliat anhidrid (4- META) gibi monomerler de primer olarak kullanılmaktadır. Kısacası primerler, kimyasal yapıları farklı olan diş yüzeyiyle ile rezini uyumlu hale getirmektedir (116).

Ardından bonding ajan olarak tanımlanan adeziv rezin primer uygulanmış yüzeye sürülmektedir. Bonding ajanlar Bis-GMA (bisphenylglycidyl dimethacrylate), UDMA (urethane dimethacrylate), TEG-DMA (triethylene glycol dimethacrylate) gibi düşük viskoziteli hidrofobik monomerlerden ve infiltrasyonu arttırmak amacıyla HEMA gibi hidrofilik monomerler oluşturmaktadır(117). Etkili bir bonding ajanın yeterince infiltre olabilmesi için hidrofilik gruplar ve Bis-GMA gibi monomerler, kopolimerizasyonu için hidrofobik gruplar içermesi gerekmektedir. Bonding ajanın en önemli görevleri, asitleme sonucu kollajende oluşan nano boşlukları doldurmak, dentin tübülleri içine girerek rezin tagların oluşumunu ve hibrit tabakanın sabitlenmesi sağlanmaktadır. Primer uygulandıktan sonra oluşan hibrit tabaka bağlayıcı ajan ile polimerize olmaktadır (118). Adeziv rezinlerin ışıkla, kimyasal olarak ya da hem kimyasal hem de ışıkla polimerize olabilen türleri vardır (106).

Asitle&yıkadeziv sistemler kullanımlarına göre, asitle pürüzlendirme, primer ve adeziv rezin uygulanmasını içeren üç aşamalı sistem ve primer ve adezivin tek şişede birleştirildiği iki aşamalı (one bottle) sistem olarak iki sınıfta incelenmektedir (119). Üç basamaklı sistemler ve iki basamaklı sistemlerin ikisi de nemli bağlanma tekniği gerektirirler. Nemli bağlanma tekniğinde yüzey, asitleme ve yıkama işleminden sonra tamamen kurutulmayarak hafif nemli bırakılır. Böylece kollajen fibrilleri çökmez ve yüzeye uygulanan adeziv rezin içeriğindeki aseton ya da etanol çözücü su ile yer değiştirerek kollajen ağ içerisine rezini taşır (115).Bu teknikte dentinin aşırı derecede asitlenmesi ya da yıkama işlemi sonrası dentinin aşırı derecede kurutulması bağlanmanın zayıf olmasına sebep olmaktadır. Bunun yanında nem kontrolünün zorluğu ve uygulama basamaklarının fazla olması hata yapma olasılığını arttırmaktadır (120). Üç basamaklı sistemler gibi, iki basamaklı asitle&yıkadeziv sistemlerin de yapılan testlerde genellikle iyi performans gösterdikleri bildirilmiştir (115, 121). Ancak işlem sayısını ve teknik hassasiyeti azaltmak için iki aşamalı teknik kullanılması, iki aşamanın birkaç kez uygulanmasının önerilmesi ile sürenin uzamasına neden olmaktadır. Bunun yanında asit uygulanan dentin üzerine primer ve bonding ajanın birlikte uygulanması dentinin iyi örtülenmesini ve hibridizasyonun etkinliğini azaltabilmektedir (122).

2.3.1.2. Self Etch Adeziv Sistemler

Self etch sistem, kullanım kolaylığı ve teknik hassasiyet açısından klinik olarak en umut verici yaklaşımdır. Bu yöntem de asitleme ve durulama aşamasına gerek duyulmaz, bu sadece klinik uygulama süresini kısaltmakla kalmaz, aynı zamanda ayrıca teknik duyarlılığı uygulama ve manipülasyon sırasında hata yapma riski de önemli ölçüde azaltır. Yüzeyin fazla kurutularak açığa çıkmış kollajen yapıda, çökme veya bağlanmayı engelleyecek ölçüde ıslak kalma riski de azalmaktadır. Bunlara ek olarak asitleme ve rezin infiltrasyonu eş zamanlı olduğundan eksik infiltrasyon olasılığı düşüktür ya da yoktur. Buna bağlı olarak post operatif duyarlılığın oluşmaması beklenir (120). Günümüzde tüm bu olumlu özelliklere karşın self-etch sistemlerin bağlanma etkinlikleri ve devamlılıkları ile ilgili şüpheler devam etmekte ve sonuçların kullanılan farklı materyaller ile ilgili olabileceği bildirilmektedir. Self-etch adezivler uygulama aşamalarına göre primer ve adeziv rezin ayrı ya da birlikte olmasına göre iki aşamalı ve tek aşamalı self-etch adezivler olarak sınıflandırılmaktadırlar (120).

İki basamaklı self-etch adezivlerde, birinci basamağı asidik monomer ilave edilmiş hidrofilik primer solüsyonu uygulaması, ikinci basamağı ise hidrofobik adeziv rezin uygulaması oluşturur. Tek basamaklı self-etch adezivlerde, asidik monomer ilave edilmiş primer ve adeziv birlikte yer almakta ve aynı anda uygulanmaktadır. Hidrofilik ve hidrofobik komponentlerin karışımıdır (120).

Self-etch adezivler ile oluşan hibrit tabakasının morfolojik özellikleri self-etch adezivdeki fonksiyonel monomerlerin dış yüzeyini demineralize edebilme yetenekleri ile ilişkilidir. Demineralizasyon derinliği, asidik monomerlerin tipine, konsantrasyonuna, uygulama süresine ve dentinin yapısına bağlıdır. Self-etch adezivler pH derecelerine göre ultra-hafif ($\text{pH} > 2,5$), hafif ($\text{pH} \geq 2$), orta ($\text{pH} \sim 1,5$) ve kuvvetli ($\text{pH} \leq 1$) self-etch adezivler olarak da sınıflandırılmaktadırlar. Hibrit tabakanın ultra-hafif self-etch adezivler ile nanometre boyutlarında (nano interdifüzyon bölge), hafif self-etch adezivler ile ortalama 1 μm , orta self-etch adezivler ile 1-2 μm arası ve kuvvetli self-etch adezivler ile birkaç μm derinliğinde oluştuğu belirtilmektedir. Resin uzantılarının yalnızca kuvvetli self-etch adezivler ile oluştuğu, hafif ve ultra-hafif self-etch adezivler ile oluşan reçine uzantılarının daha kısa ve az sayıda olduğu bildirilmektedir (123). Günümüz self-etch adezivleri klinik olarak uygun zaman içinde smear tabakasını çözebilmek ve dentine infiltre olabilmek

için yeterli asiditeye sahiptirler (120). 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 asitle&yıka tekniğe göre daha düşük bulunmuştur (124). Bu sistemler, yüksek hidrofilik özellikleri olduğu için polimerize edildikten sonra suyun adeziv tabakasından geçişine izin veren geçirgen bir membran gibi davrandığı gösterilmiştir(111).

2.4. Yapay Yaşlandırma

Uzun süreli klinik kullanımların dental malzemelerde oluşturacağı fiziksel ve mekanik etkileri çok daha kısa sürelerde tahmin etmek için kontrol edilebilir koşullar altında in vitro testlerde yapılan çeşitli yöntemlere yapay yaşlandırma denilmektedir. Amaç materyalin ağız ortamındaki başarısı ile ilgili fikir edinebilmektir (15).

Termal siklus yöntemi, en sık kullanılan yapay yaşlandırma yöntemlerinden biridir. İstirahat halinde ağız içi sıcaklığının 36.4°C olduğu bildirilmiştir. Fakat yiyecek ve içecekler bazen soğuk, bazen de sıcak tüketildiklerinden ağız içi sıcaklığı da değişmektedir. Tüketilen gıda sıcaklıklarının 50-60°C ila 0-10°C aralığında değiştiği bildirilmiştir (125). Bu yöntem, sıcak ve soğuk maddelerin dişlere etki etmesini taklit eder ve diş ile restoratif materyal arasındaki doğrusal termal genleşme katsayısının ilişkisini gösterir (126). Termal yaşlandırmada geleneksel olarak restoratif materyallerin hazır bir su banyosunda sıcak ve soğuğa tekrar tekrar döngüsel olarak maruz bırakılarak yaşlanmanın simüle edilmesi söz konusudur. Yapılan çalışmaların birçoğunda ISO standartlarına göre belirlenmiş olan termal döngü sıcaklık değişim değerleri (5°C-55°C) kullanılmaktadır. Ek olarak, literatürde termal yaşlandırma uygulayan çalışmalar arasında çok çeşitli sıcaklık aralıkları, banyolar arasındaki transfer süreleri ve bekleme süreleri vardır ve standart bir uygulama tespit edilememektedir (127). ISO standartlarına göre test edilecek örneklere uygulanabilecek yaşlandırma işlemleri için 3 farklı yöntem önerilmiştir: (127)

- 37°C 'de 24 saat suda bekletildikten sonra uygulanan kısa dönem testler,
- 37°C 'de 20-24 saat suda bekletildikten sonra 5°C - 55°C arasında suda 500 kez ısısal çevirim uygulanan testler,
- 37°C 'de 6 ay bekletildikten sonra uygulanan uzun dönem testler.

Ağız içerisindeki döngü sayılarıyla ilgili çok kesin bir bilgi olmadığından günlük 20- 50 döngü olabileceği düşüncesinden hareketle 10000 döngünün 1 senelik in vivo kullanıma denk gelebileceği bildirilmiştir (128, 129).

2.5. Bağlanma Dayanımı Testleri

Adeziv materyallerin mine ve dentine bağlanma etkinliğini değerlendirmek için birçok klinik çalışmalar ve laboratuvar testleri yapılmaktadır. Bu materyallerin klinik çalışmalarla değerlendirilmesi pahalı ve zaman alıcı olmasıyla birlikte aynı zamanda klinik değerlendirmelerde standardizasyonu sağlamak oldukça zordur. Yeni adeziv sistemlerin etkinliğinin tespiti için öncelikle laboratuvar çalışmaları tercih edilmektedir (130). Adeziv materyallerin bağlanma etkinliğini karşılaştırmalı olarak değerlendirmek amacıyla bağlanma dayanımı testleri yapılmaktadır. Makaslama (shear), gerilim (tensile) ve mikro gerilim (micro-tensile) bağlanma testleri en sık kullanılan bağlanma dayanımı testleridir (14).

2.5.1. Makaslama Bağlanma Testi

Laboratuvarda dental materyallerin değerlendirilmesinde en sık kullanılan yöntemler olan bağlanma testleri, uygulanan kuvvetin yönüne göre adlandırılmaktadır. Çekme testlerinde kuvvet bağlanma yüzeyine dik gelirken, makaslama testlerinde bağlanma yüzeyine paralel gelmektedir. En çok tercih edilen bağlanma kuvveti ölçümü metodu makaslama testidir (124, 131). Özellikle klinik ortamdaki yük dağılımını daha iyi taklit etmesi ve homojen yüzeylere bağlanmanın değerlendirilmesinde anlamlı sonuçlar elde edilmesi nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir (132). İdeal bağlanma testi ilk sırada düşük teknik duyarlılık gerektirmeli ve nispeten hızlı olmalıdır. Mikro-makaslama bağlanma dayanımı testi, uygulaması kolay ve hızlı olduğu için dental materyallerin diş yapısına adezyonunun tespit edilmesinde en yaygın olarak kullanılan bağlanma testidir (133). Braga ve ark. mikro ve makro makaslama

yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında sonuçların benzer olduğunu bulmuşlardır (14).

Makaslama bağlanma dayanımı testinde, diş dokusu ile adeziv restoratif materyalin bağlanma yüzeyine paralel yönde etki eden, genellikle bıçak şeklindeki bir uç yardımıyla sabit şekilde artan bir kuvvet uygulanır. Bağlanma dayanımı değeri kırılma anında uygulanan maksimum kuvvetin (N) bağlanma yüzey alanına (mm^2) bölünmesiyle megapascal ($\text{MPa} = 1\text{N}/\text{mm}^2$) cinsinden hesaplanır (14). Makaslama bağlanma dayanımı testi Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) tarafından tanımlanmıştır. ISO/TR 11405 standardı makaslama testlerinde ideal yaklaşma hızını $0,75 \pm 0,30$ mm/dk olarak belirtmişlerdir. Bu değer üzerindeki hızların anormal stress dağılımına yol açarak koheziv kırıklara sebep olacağını söylemişlerdir (134).

Bağlanma dayanımı testinin sonuçları dişlerin saklanma koşulları ve süresi, kullanılan kompozit, kuvvetin uygulanma hızı, test düzeneği, bağlanma yüzeyinin genişliği ve adeziv tabakanın kalınlığı gibi bir çok parametreye bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (135).

Makaslama bağlanma dayanımı testinin tamamlanmasını takiben örnek yüzeylerinde kırılmanın gerçekleştiği alanlar ışık mikroskopu ya da taramalı elektron mikroskopu altında incelenerek kırılma tipleri kaydedilir. Diş yüzeyine adeziv bir materyal aracılığıyla bağlanan restoratif bir materyalin test düzeneğinde uygulanan kuvvete karşı gösterdiği kütsel direnç, kırılma tipinin belirleyicisidir. Kırılma tipleri adeziv, koheziv ya da hem adeziv hem de koheziv kırılmanın birlikte gerçekleştiği karma kırılma olarak sınıflandırılır. Adeziv kırılmalar farklı materyaller arasında meydana gelirken (diş dokusu ile kompozit rezin arasında meydana gelen), koheziv kırılmalar aynı materyalin kendi içinde (diş dokusu veya kompozit rezinin kendi içinde) meydana gelen kırılma tipidir. Karma kırılmalar, adeziv ve koheziv kırılma tiplerinin bir arada görüldüğü kırılma tipidir Bağlanma dayanımı ile kırılma tipleri arasında güçlü bir korelasyon olduğu düşünülmektedir. Adeziv tip kırılmalarda diş dokusu-kompozit rezin arayüzünde (adeziv arayüzde) kırılma meydana gelir ve bu durum zayıf bir bağlanma olduğunu gösterir (136).

3.GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul’undan (10.02.2021 tarihli 2021-02/41 no’lu etik kurul) onaylanmış olup Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar ve Projeler Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir.(Proje No:273) Çalışmamızın örnek hazırlama kısmı ve deney aşamaları Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvar’ında, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Laboratuvar’ında ve Sivas Cumhuriyet Üniversitesi İleri Teknoloji ve Uygulama Merkezi (CÜTAM) laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.1. Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması

Örneklerin sayısı Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı’na danışılarak belirlenmiştir. Bu çalışmada $\alpha=0.05$ etki değeri $(d)=0,65$ $(1-\beta) =0.95$ alındığında her bir grup için 8 örnek alınmasına karar verilmiş ve testin gücü $p=0.9523766$ bulunmuştur.

Çalışmamızda kullandığımız cihazlar Tablo 1’de, kullandığımız materyaller Tablo 2’de, kullandığımız antioksidan ajanlar Tablo 3’te, yapay tükürük hazırlamak için kullandığımız malzemeler ise Tablo 4’te gösterilmiştir.

3.2. Çalışmada Kullanılan Cihaz, Ekipman ve Materyaller

Tablo 3.1. Çalışmada kullandığımız cihazlar

CİHAZ	MARKA VE MODELİ	ÜRETİCİ FİRMA
Aerötör	506c Türbün	KaVo, Avustralya
Led Polimerizasyon Cihazı	DeepCure-S	3M ESPE St Paul, ABD
Stereomikroskop	SMZ 800	Nikon ,Tokyo, Japonya
Etüv Cihazı	FN 400	Nüve, Ankara,Türkiye
Hassas Terazı	Precisa, XB 220	Swissmade, İsviçre
pH Metre	Sartorius Basic pH meter	Hallmark Mechatronics,India

Tablo 3.2. Çalışmada kullandığımız materyaller

MARKA	MATERYAL	İÇERİK	ÜRETİCİ FİRMA
Adper Single Bond 2	İki aşamalı asitle&yıkıka tip adeziv	HEMA,Bis-GMA, dimetakrilat,metakrilat fonksiyonlu kopolimer, poliakrilik ve poliitakonik asitler, su, etanol	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD
Estelite Asteria	Supra-nano spherical dolduruculu kompozit	Matriks:Bis-GMA,Bis-MPEPP,UDMA,TEGDMA Doldurucu: Silika ve Zirkonya (200 nm) Ağırlık %82, Hacim % 71	Tokuyama Dental, Tokyo, Japonya
K-Etchant	Asit jel	Fosforik asit (%37)	President Dental Etching Gel, Germany
Opalescence Boost PF	Ofis tipi ağartma jeli	Hidrojen peroksit (%40), florür (%1,1), potasyum nitrat (%3)	Ultradent, Inc., South Jordan UT, ABD
Curodont Protect	Remineralize edici ajan	900 ppm florid (sodyum monoflorofosfat), %0.1 dikalsiyum fosfat, %0.028% kalsiyum gliserofosfat, kendiliğinden birleşen peptid p11 -4 (1000 ppm)	Credentis, Windisch, Switzerland

Tablo 3.3. Çalışmada kullandığımız antioksidanlar

Materyal	İçerik
<i>Rhus Coriaria</i> L. (Sumak) antioksidan çözeltisi	Sumak bitki ekstratı
<i>Myrtus Communis</i> L.(Murt) antioksidan çözeltisi	Murt meyvesi ekstratı
Sentetik Antioksidan	Sodyum Askorbat Tozu

Tablo 3. 4. Yapay tükürük Hazırlamak İçin Kullanılan Malzemeler

Materyal	Marka	Üretici Firma
Karboksimetil Selüloz	Smart Kimya Tic.	İzmir, Türkiye
Xylitol	Smart Kimya Tic	İzmir, Türkiye
Potasyum Klorid	Merck İlaç Ecza ve Kimya Tic.	İstanbul,Türkiye
Kalsiyum Klorid	Merck İlaç Ecza ve Kimya Tic.	İstanbul,Türkiye
Potasyum Fosfat	Merck İlaç Ecza ve Kimya Tic.	İstanbul,Türkiye
Potasyum Tiyosiyanat	Merck İlaç Ecza ve Kimya Tic.	İstanbul,Türkiye



Şekil 3.1. Çalışmamızda hazırladığımız yapay tükürük solüsyonu ve kullandığımız sodyum askorbat tozu

3.3 Çalışma Grupları

Çalışmamız farklı yüzey işlemleri uygulayacağımız 16 adet gruptan oluşmaktadır. İlk 8 gruptaki örnekler yüzey işlemleri ve kompozit rezin uygulandıktan sonra 1 gün distile suda bekletmenin ardından hemen bağlanma dayanımı testi yapılmıştır sonraki 8 gruptaki örnekler ise yüzey işlemleri uygulandıktan sonra 1 gün distile suda bekletilip termal siklus ile yaşlandırmaya tabi tutulmuştur.

Tablo 3. 5. Çalışma Grupları

Grup (n=8)	Beyazlatma Tedavisi	Beyazlatma Sonrası Uygulanan Farklı Yüzey İşlemleri	Termal siklus	Restorasyon öncesi Bekleme Süresi
1	YOK	YOK	YOK	YOK
2	Hidrojen Peroksit (%40) 20 dk süreyle 20x3 uygulama	YOK	YOK	YOK
3	Hidrojen Peroksit (%40) 20 dk süreyle 20x3 uygulama	Sodyum Askorbat Solüsyonu (%10), 20 dk süreyle	YOK	YOK
4	Hidrojen Peroksit (%40) 20 dk süreyle 20x3 uygulama	Rhus coriaria L. Solüsyonu (%10), 20 dk süreyle	YOK	YOK
5	Hidrojen Peroksit (%40) 20 dk süreyle 20x3 uygulama	Myrtus communis L. Solüsyonu (%10) 20 dk süreyle	YOK	YOK
6	Hidrojen Peroksit (%40) 20 dk süreyle 20x3 uygulama	Remineralize ajan uygulama (Peptid p11-4 içeren),20 dk süreyle	YOK	YOK
7	Hidrojen Peroksit (%40) 20 dk süreyle 20x3 uygulama	Mine yüzeyinin aşındırılması (0,5 mm)	YOK	YOK
8	Hidrojen Peroksit (%40) 20 dk süreyle 20x3 uygulama	YOK	YOK	2 hafta bekleme
9	YOK	YOK	VAR	YOK
10	Hidrojen Peroksit (%40) 20 dk süreyle 20x3 uygulama	YOK	VAR	YOK
11	Hidrojen Peroksit (%40) 20 dk süreyle 20x3 uygulama	Sodyum Askorbat Solüsyonu (%10), 20 dk süreyle	VAR	YOK
12	Hidrojen Peroksit (%40) 20 dk süreyle 20x3 uygulama	Rhus coriaria L. Solüsyonu (%10), 20 dk süreyle	VAR	YOK
13	Hidrojen Peroksit (%40) 20 dk süreyle 20x3 uygulama	Myrtus communis L. Solüsyonu (%10) 20 dk süreyle	VAR	YOK
14	Hidrojen Peroksit (%40) 20 dk süreyle 20x3 uygulama	Remineralize ajan uygulama (Peptid p11-4 içeren),20 dk süreyle	VAR	YOK
15	Hidrojen Peroksit (%40) 20 dk süreyle 20x3 uygulama	Mine yüzeyinin aşındırılması (0,5 mm)	VAR	YOK
16	Hidrojen Peroksit (%40) 20 dk süreyle 20x3 uygulama	YOK	VAR	2 hafta bekleme

3.4. Örneklerin Hazırlanması

Çalışmamızda periodontal problem sebebiyle çekilmiş çürüksüz 128 adet insan üst anterior dişleri kullanılmıştır. Dişler her bir grupta 8 diş olacak şekilde rastgele 16 gruba ayrılmıştır. Labial mine yüzeylerinde çürük, çatlak ve kırık olan dişler çalışmaya dahil edilmemiştir. Dişler çekim sonrası periodontal küret yardımıyla debrisler temizlenerek, dezenfeksiyon amacıyla öncelikle %0,1 konsantrasyondaki timol solüsyonu içerisinde bekletilmiştir. 128 adet diş 2 cm çapında, 3 cm yüksekliğinde silikon kalıplarda soğuk akriliğe mine-sement sınırı 2 mm açıkta kalacak ve dişin uzun aksı yere dik olacak şekilde gömülmüştür (Şekil 3.2). Beyazlatma sonrası aşındırma yapılacak dişler hariç bütün dişlerin labial mine yüzeyleri düz bir yüzey elde etmek için 600 grit'lik silikon karbid zımpara kağıdı ile su altında zımparalanmıştır.



Şekil 3.2. Akrile gömülmüş deney örneği

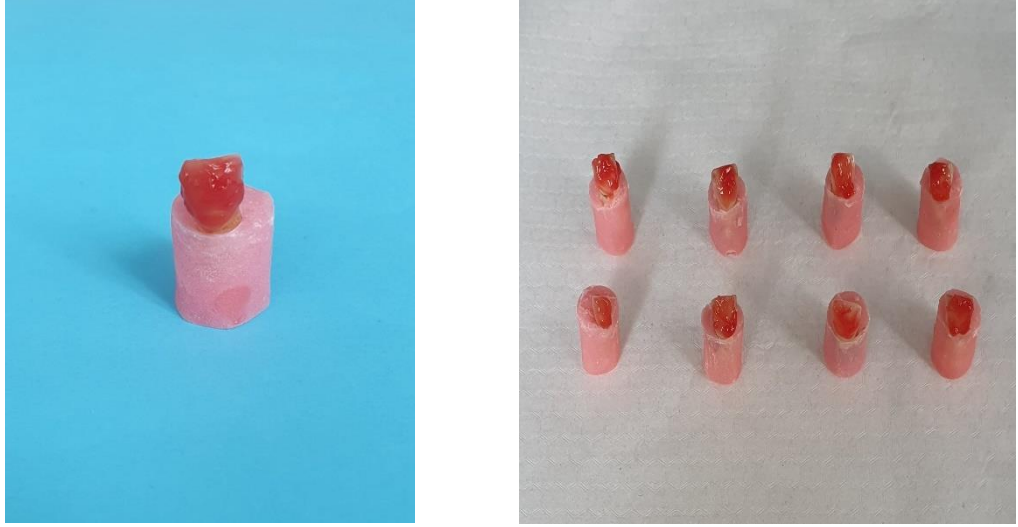
3.5. Dental Beyazlatma Uygulaması

Pozitif kontrol grupları (Grup 1ve Grup 9) hariç diğer gruplardaki tüm örnekler %40 konsantrasyonda hidrojen peroksit içerikli ofis tipi (Şekil 3.2) beyazlatma ajanı üretici firmanın önerileri doğrultusunda uygulanmıştır. Kontrol gruplarındaki örnekler beyazlatma yapılmamış ve direkt olarak mine yüzeylerine kompozit rezin restorasyon yapılması aşamasına geçilmiştir.

Uygulanan beyazlatma jeli bir şırınga sisteminden oluşmaktadır. Uç uca bulunan şırıngalardan birinde kimyasal aktivatör, %1,1 sodyum florür ve %3 potasyum nitrat; diğer şırınga ise %40 konsantrasyonda hidrojen peroksit bulunmaktadır. Aktivatör içeren şırınga ile beyazlatma ajanının bulunduğu şırınga kenetlendikten sonra küçük şeffaf piston bastırılarak beyazlatıcı ve aktivatör birleştirilmiştir. Şırıngalar ileri geri bastırılarak üretici talimatları doğrultusunda her bir tarafa en az 25 kez olacak şekilde aktivatör ve beyazlatma ajanı karıştırılmıştır. Karıştırılan ajan kırmızı şırıngada bırakılarak uygulama ucu takılmış ve ajanın kıvamı bir gazlı bezde kontrol edilmiştir. Dişlerin bukkal yüzeylerine 20 dk olacak şekilde 3 kez beyazlatma jeli uygulanmıştır (Şekil 3.4). Beyazlatma işlemi tamamlanınca dişlerin yüzeyinden ajan bir aspiratör yardımı ile uzaklaştırılıp, 60 saniye boyunca su ile yıkanmış ve ardından çalışma grubuna uygun şekilde farklı yüzey işlemleri uygulanmıştır.



Şekil 2.3.Ofis tipi beyazlatma ajanı (Opalescence Boost)



Şekil 3.3. Beyazlatma uygulanmış bir örnek ve örneklerden oluşturulan bir çalışma grubu

3.6. Deneysel Antioksidanların Hazırlanması ve pH Tayini

Beyazlatma sonrası antioksidan uygulanacak gruplarda (Gr 3, Gr 4, Gr 5 ve Gr 11, Gr 12, Gr 13) mine yüzeyine uygulanması amacıyla; sentetik sodyum askorbat tozundan hazırlanan %10'luk sodyum askorbat solüsyonu, %10'luk *Rhus Coriaria* (sumak) ve *Myrtus Communis* (murt) ekstrelerinden hazırlanan doğal antioksidanlar kullanılmıştır (Şekil 3.5)



Şekil 3.4.Şişelenmiş ekstre örnekleri

3.6.1. Sodyum Askorbat Sentetik Solüsyonu Hazırlanması

Sodyum askorbat (Şekil 3.1) (Smart Kimya Tic. Ve Dan. Ltd. Şti., İzmir, Türkiye) çalışma gruplarında kullanılmak üzere 5 gr tartılarak (Şekil 3.7) üzeri distile su ile 50 ml ye tamamlanacak şekilde % 10'luk sodyum askorbat solüsyonu hazırlanmıştır (Şekil 3.6). Solüsyon 5 dk süreyle ultrasonik banyoda (Şekil 3.8) bekletilmiş ve pH metre ile pH'ı ölçülmüştür (pH=6,41). Solüsyon çalışma anına kadar ışık almayacak şekilde cam şişelerde +4 °C de muhafaza edilmiştir ve aynı gün içerisinde taze olarak uygulanmıştır.

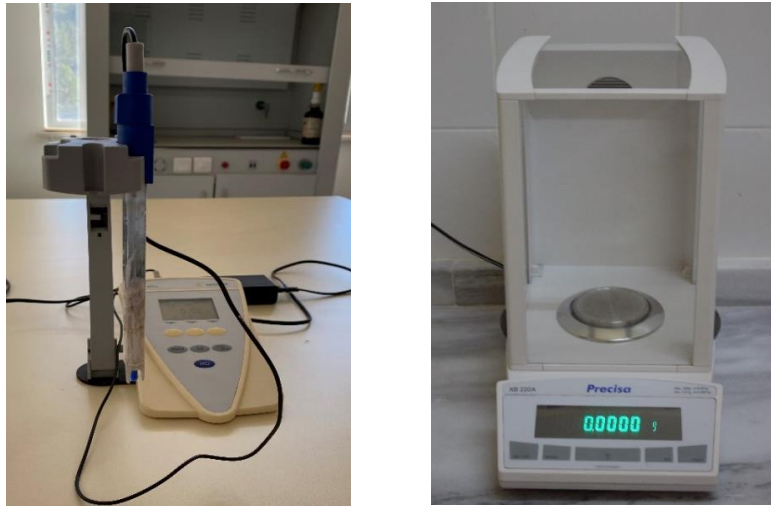


Şekil 3.5.Şişelenmiş antioksidan örneği ve hazırlanan sodyum askorbat solüsyonu

3.6.2. *Rhus coriaria* L. (Sumak) Bitki Ekstraktının ve Doğal Antioksidan Solüsyonunun Hazırlanması

Bitki materyali Hatay ilinde bulunan yerli üreticilerden temin edilmiş ve tür teşhisi ve saflık kontrolü Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Botanik Anabilim Dalında Dr. Öğr. Üyesi Hülya Özpınar tarafından yapılmıştır. Sumak bitkisinin meyvelerinin toz haline getirilmesiyle elde edilen örneğimizden, 100 gr alınarak üzerine 300 ml ethanol eklenilmiş ve 48 saat 150 rpm de çalkalayıcıda oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bu süre sonunda Whatman No:1 filtreden 2 defa süzölmüştür. Elde edilen sıvı kısımda bulunan ethanol evaporatörde tamamen uçurularak, ekstraksiyon işlemi üç kez tekrarlanmıştır.

10 gr sumak bitki ekstraktı üzerine 100 ml distile su eklenerek cam beher içerisinde ağzı parafilm ile kapatılmış ve 15 dk süreyle ısıtıcı manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Daha sonra cam beher 15 dk süreyle ultrasonik banyo içerisinde bekletilmiştir. Ultrasonik titreşimde bekletilen örnek, ilk olarak filtre kağıdından daha sonra da steril, gözenek büyüklüğü 0,22 µm olan şırınga filtrelerinden süzölmüştür. Filtreden süzölen sıvı kısmın pH metre ile pH'ı ölçölmüştür (pH=2,11). Solusyon çalışma anına kadar ışık almayacak şekilde cam şişelere konulmuş ve +4 °C de buzdolabında muhafaza edilmiştir. Aynı gün içerisinde bekletilmeden taze olarak uygulanmıştır.



Şekil 3.6. pH metre ve Hassas Terazi



Şekil3.7.Ultrasonik Banyo ve Shaker



Şekil 3.8.Şişelenmiş Rhus Coriaria(Sumak) ekstre örneği ve solüsyonu

3.6.3. *Myrtus communis* L. (Murt) Meyve Ekstratının ve Doğal Antioksidan Solüsyonun Hazırlanması

Çalışmamızda *Myrtus communis* L. meyve örnekleri önce çeşme suyu ve ardından saf su ile yıkandıktan sonra kurutma kâğıtları üzerinde kurutulmuştur. Hatay ilinde farklı yerel satıcılardan alınan meyvelerin tür teşhisi Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Botanik Anabilim Dalında Dr. Öğr. Üyesi Hülya Özpınar tarafından yapılmıştır. Meyveler, kurutulduktan sonra eşit oranlarda öğütülerek homojenizasyonu sağlanmıştır. Toz haline getirilen örneklerden 100 gr alınmak suretiyle üzerine 300 ml ethanol eklenerek 48 saat 150 rpm de çalkalayıcıda oda sıcaklığında bekletilmiştir (Şekil 3.8). Bu süre sonunda Whatman No:1 filtreden 2

defa süzölmüştür. Elde edilen sıvı kısımda bulunan ethanol evaporatörde tamamen uçurularak, ekstraksiyon işlemleri üç kez tekrarlanmıştır. Elde edilen ekstraktlar kullanılıncaya kadar +4 °C de muhafaza edilmiştir ve bekletilmeden hemen aynı gün taze olarak uygulanmıştır. Murt meyvesinden antioksidan solüsyon hazırlama işleminde (Şekil 3.10) sumak bitkisinde kullanılan yöntemin aynısı tekrar edilmiştir. Hazırlanan antioksidanların pH metre ile pH'ı ölçölmüştür (pH=4,5) (Şekil 3.7).



Şekil 3.9.Şişelenmiş Myrtus Communis(Murt) ekstre örneği ve solüsyonu

3.7. Beyazlatılmış Mine Yüzeylerine Deneysel Antioksidan Tedavilerinin Uygulanması (Grup 3, Grup 4, Grup 5, Grup 11, Grup 12, Grup 13)

Hazırlanan %10'luk antioksidan solüsyonlar beyazlatma yapılan örnek yüzeylerine enjektörler aracılığıyla uygulanmış (Şekil 3.11), pamuk aplikatörler yardımıyla hafifçe sürölerek 20 dakika boyunca bekletilmiştir. Her dakikada bir antioksidanlar tazelenmiştir. Arkasından distile su ile yıkanan mine yüzeyleri hava ile kurutulmuştur. Daha sonra örneklere kompozit rezin restorasyon yapılması aşamasına geçilmiştir.



Şekil 3.10. Antioksidanların dişlere enjektörlerle uygulanması

3.8. Beyazlatılmış Mine Yüzeylerine Remineralize Ajan Tedavisinin Uygulanması (Grup 6 ve Grup 14)

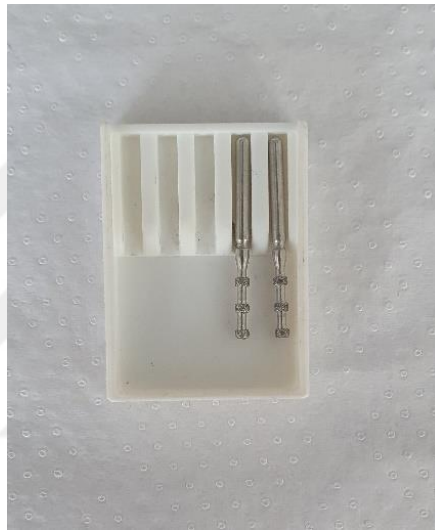
Üretici firma tarafından profesyonel diş temizliği ve beyazlatma sonrası kullanımı önerilen remineralize edici ajan Curodont Protect (Credentis, Windisch, Switzerland) mine yüzeyine pamuk aplikatörlerle dakikada 1 yenilerek 20 dakika boyunca uygulamıştır (Şekil 3.12). Distile su ile yıkanan mine yüzeyleri hava ile kurutulmuştur. Daha sonra örneklere kompozit rezin restorasyon yapılması aşamasına geçilmiştir.



Şekil 3.11.Remineralizasyon ajanının dişlere uygulanması

3.9. Beyazlatılmış Mine Yüzeylerinin Aşındırılması (Grup 7 ve grup 15)

Beyazlatma tedavisinden sonra örnekler mine yüzeyinden 0.5 mm ölçü frezleri (Şekil 3.13) ile su soğutması altında aşındırılmıştır. Yüzeyler preperasyon sonrası stereomikroskop(SMZ 800, Nikon, Tokyo, Japonya) ile incelenmiş, çatlakları veya dentin yüzeyi açığa çıkaran örnekler çalışma dışı bırakılmıştır. Distile su ile yıkanan mine yüzeyleri hava ile kurutulmuştur. Daha sonra örneklerle kompozit rezin restorasyon yapılması aşamasına geçilmiştir.



Şekil 3.12. Mine preperasyonu için kullanılam frezler

3.10. Yapay Tükürük Hazırlanması ve Örneklerin Yapay Tükürükte Bekletilmesi (Grup 8 ve Grup 16)

Örnekler beyazlatma yapıldıktan sonra 2 hafta boyunca yapay tükürük solüsyonunda 37 °C etüvde bekletilmiştir (Şekil 3.14). Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Kimya Bölümünde hazırlanan yapay tükürük solüsyonun içeriği 1 g karboksimetil selüloz, 4.3 g xylitol, 0.1 g potasyum klorid, 5 mg kalsiyum klorid, 40 mg potasyum fosfat, 1 mg potasyum tiyosiyanat 100g distile deiyonize su da çözünmüş ve pH: 7' ye ayarlanmıştır. Yapay tükürük solüsyonu 15 gün boyunca her gün değiştirilmiştir. Yapay tükürükten çıkan örnekler hava su spreyiyle 60 sn boyunca yıkanmıştır.



Şekil 3.13.Yapay tükürük içinde etüvde bekletilen örnekler

3.11. Kompozit Örneklerin Hazırlanması

Kompozit rezinlerin uygulanması için ilk olarak diş mineleri %37'lik ortofosforik asit jel (Şekil 3.15) (President Dental Etching Gel, Germany) ile 30 sn süreyle asitlenmiştir. Asitleme işleminden sonra asit jelinin uzaklaştırılması için diş yüzeyleri 30 sn boyunca yıkanmış ve yüzeydeki fazla su hafifçe kurutularak uzaklaştırılmıştır. Daha sonra asitle&yıka sistem olan Adper Single Bond 2 (Şekil 3.16)yüzeye tek kullanımlık aplikatörlerle uygulanmıştır (Şekil 3.19). 5 sn hafif şiddette hava ile kurutularak parlak bir yüzey elde edilmiştir. Işık şiddeti 1470 mW/cm^2 ve dalga boyu 430-480 nm olan LED ışık cihazı (Elipar DeepCure-S)(Şekil 3.17) ile 10 sn süre ile polimerize edilmiştir.



Şekil 3.14. Çalışmada kullandığımız %37'lik fosforik asit



Şekil 3.15. Çalışmada kullandığımız 2 aşamalı asitle&yıkla tip adeziv solüsyon (Adper SingleBond, 3M ESPE)



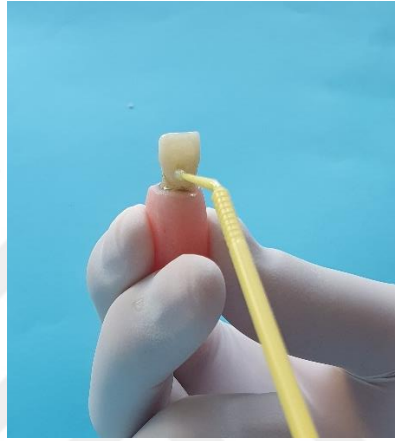
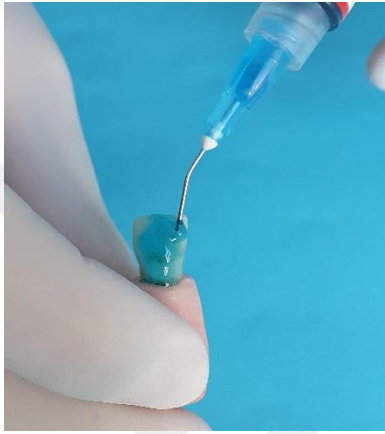
Şekil 3.16. Çalışmada kullandığımız ışık cihazı (3M ESPE Elipar DeepCure-S)



Şekil 3.17. Çalışmada kullandığımız supra-nano spherical dolduruculu kompozit (Estelite Asteria)

Ardından kompozit rezin (Şekil 3.18) (Asteria Tokuyama Dental, Tokyo, Japonya) hazırlanan mine yüzeylerine 3 mm genişliğinde 4 mm yüksekliğinde şeffaf, silindirik plastik tüpler ile yerleştirilmiştir (Şekil 3.20). 2 mm'lik tabakalar halinde her tabaka 20 sn süreyle polimerize edilecek şekilde restorasyon tamamlanmıştır

(Şekil 3.21). Daha sonra şeffaf plastik tüpler bistüri ucu ile kesilip çıkartılmıştır. Örnekler bir sonraki aşamaya kadar distile su da bekletilmiştir. İlk 8 gruptaki örnekler 24 saat sonra makaslama bağlanma dayanımı testi yapılırken, diğer 8 gruptaki örnekler termal yaşlandırmaya tabi tutulmak için termal yaşlandırma cihazına bırakılmıştır.



Şekil 3.18. Asit uygulanması ve adeziv ajan uygulanması



Şekil 3.19. Işıkla polimerizasyon ve kompozit rezin uygulama



Şekil 3.20. Kompozit rezin uygulanmış bir örnek ve hazırlanan bir grup

3.12. Termal Yaşlandırma Uygulanması

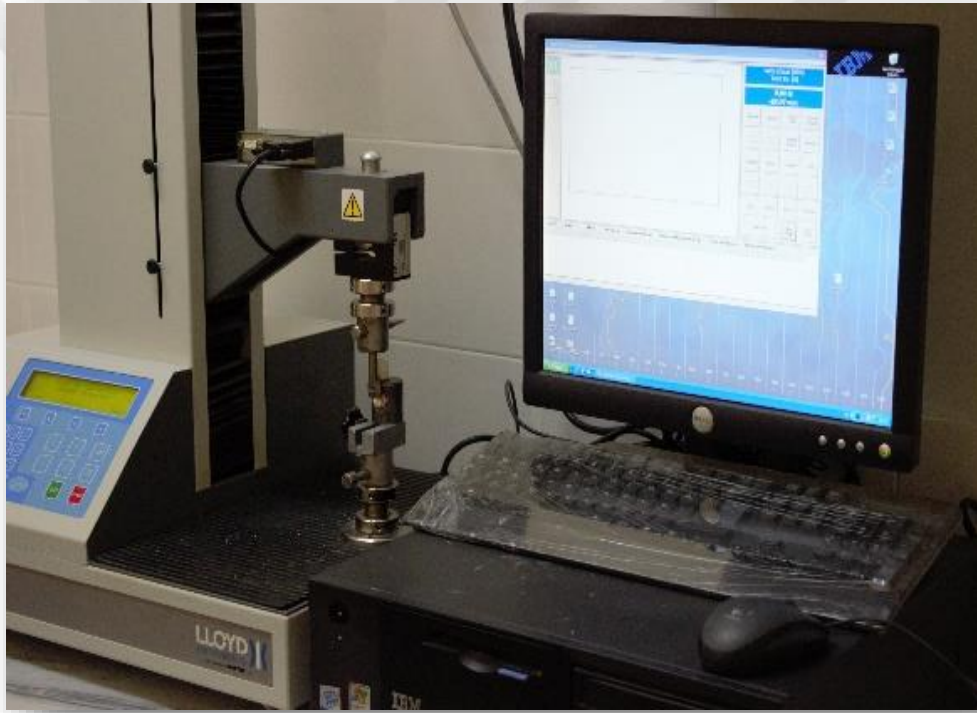
Termal yaşlandırma uygulanması için Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan termal yaşlandırma (Gökçeler Makine Tic. Ve San. Ltd. Şti. Sivas/Türkiye) cihazı (Şekil 3.22) kullanılmıştır. Grupların yarısı termal yaşlandırmaya tabi tutulmuştur. Örnekler 5 °C ve 55 °C aralığında 30'ar sn bekletme süresinde 10.000 devir olacak şekilde termal siklus uygulanmıştır.



Şekil 3.21. Termal siklus cihazı

3.13. Örneklerin Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi

Makaslama bağlanma dayanımı testi Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarında bulunan Universal test cihazı (Şekil 3.23) LF Plus (LLOYD Instruments, Ametek Inc. England) kullanılarak gerçekleştirildi. Kırma aparatı, mine ve kompozit bağlantı çizgisine yerleştirildi ve örnekler 0,5 mm/dk hızda makaslama bağlanma dayanımı testine tabi tutuldu. Universal test cihazının üzerindeki dijital göstergeden alınan ve yazıcı aracılığıyla kaydedilen birim alana düşen yük miktarı (N değerleri), otomatik olarak yüzey alanına bölünerek MPa cinsinden kaydedildi. Makaslama bağlanma dayanımı sonrası örneklerin kırılma yüzeyleri SEM’de incelendi.



Şekil 3. 22. Universal test cihazı LF Plus (LLOYD Instruments,Ametek Inc.England)

3.14 Örnek Yüzeylerinin Stereomikroskop ile Analizi

Örneklerin kopma yüzeyleri bir stereomikroskop (SMZ 800, Nikon, Tokyo,Japonya) ile X40 lık büyütme altında incelenerek (Şekil 3.24), başarısızlık tipleri; adeziv kırılma, koheziv kırılma ve karışık (mix) kırılma olarak sınıflara ayrılmıştır.

- Adeziv kopma; tamir kompozitinin, kompozit alt yapı ile bağlanma yüzeyinden tamamen ayrılması
- Restorasyonda koheziv kopma; restorasyon kompozitinin tamamen kendi içerisinden kopması
- Minede koheziv kopma; minenin kendi içerisinden kopması
- Karışık tip kopma; her iki kırılma tipinin de gözlemlendiği kopma (adeziv + koheziv) olarak sınıflandırıldı.



Şekil 3.23. Kırık tiplerinin incelenmesinde kullanılan stereomikroskop(SMZ 800,Nikon,Tokyo,Japonya)

3.15. Örnek yüzeylerinin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile Değerlendirilmesi

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (CÜTAM) SEM Laboratuvarı'nda bulunan SEM cihazı (Tescan MIRA3, Çek Cumhuriyeti) kullanılarak her gruptaki örneklerden birer adet belirlenerek toplamda 16 örneğin kopma yüzeyleri incelendi. SEM analizi yapılmadan önce her bir örnek havasız bir ortamda kaplama cihazı (Quorum Q150R ES, İngiltere) kullanılarak 90

A° kalınlığında altın-palladyum ile kaplandı ve daha sonra çeşitli büyütmelemler altında incelendi.



Şekil 3.24. Kırık tiplerinin incelendiği SEM cihazı (Tescan MIRA3, Çek Cumhuriyeti)

3.16. İstatiksel Yöntem

Çalışmamızdan elde edilen veriler SPSS (ver : 22.0) programına yüklenerek verilerin değerlendirilmesinde parametrik test varsayımlarını yerine getirdiğinden (Kolmogorov-Simirnov) ölçümle elde edilmiş bir değişken yönünden bağımsız 2 gruptan elde edilen ölçümler karşılaştırılırken iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, ölçümle elde edilmiş bir değişken yönünden bağımsız ikiden fazla gruptan elde edilen ölçümler karşılaştırılırken tek yönlü varyans analizi, analiz sonucunda önemlilik kararı verildiğinde farklılık yapan grup yada grupları bulmak için Tukey testi kullanılmış ve yanılma düzeyi 0,05 olarak alınmıştır.

4.BULGULAR

4.1. Makaslama Bağlanma Dayanım Testi Bulguları

Çalışmada değerdendirilen farklı yüzey işlemleri ve kontrol gruplarının ortalama bağlanma değeri, standart sapmaları ve istatistiksel anlamlılık düzeyleri Tablo 4.1. ve tablo 4.2.'de verilmiştir. Çalışma grupları arasındaki ikili karşılaştırma testinin sonuçları Tablo 4.3'te verilmiş ve istatistiksel anlamlılık düzeyleri belirtilmiştir.

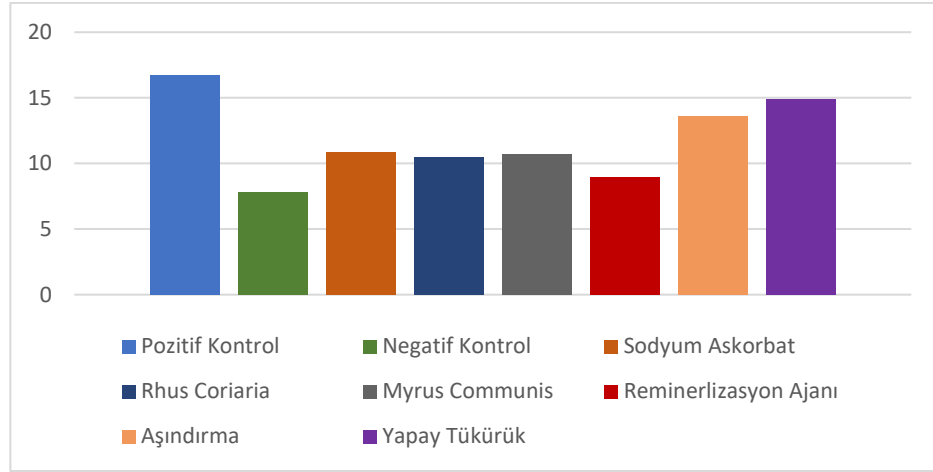
Çalışmamıza ait veriler değerdendirildiğinde farklılık anlamlı bulunmuştur. ($p=0,001$) (Tablo 4.1 ve tablo 4.2) Termal yaşlandırma, ortalama bağlanma değerdinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde bir değışiklik göstermemiştir ($p > 0,05$) (Tablo 4.3).

Tablo 4. 1. Çalışmada değerdendirilen test ve kontrol gruplarının termal siklus yapılmayan gruplarda ortalama bağlanma değerdleri, standart sapmaları ve istatistiksel farkı

		N	Ortalama	Standart Sapma	Sonuç
Termal Siklus Yok	Pozitif kontrol	8	16,77 ^a	4,44	F=8,46 P=0,001*
	Negatif kontrol	8	7,83 ^{b,e}	2,34	
	Sodyum Askorbat	8	10,85 ^{c,d,e}	2,42	
	Rhus coriaria	8	10, 68 ^{c,d,e}	2,06	
	Myrtus communis	8	10, 44 ^{c,d,e}	3,26	
	Remineralizasyon ajanı	8	8,96 ^{b,c}	2,67	
	Aşındırma	8	13,57 ^{a,c}	3,28	
	Yapay tükürük	8	14,91 ^{a,d}	5,31	

Her bir sütündeki farklı harfler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farkı göstermektedir ($p<0,05$).

$p<0,05^*$ için istatistiksel olarak anlamlı



Şekil 4. 1. Termal Siklusa tabi tutulmayan gruplarda ortalama makaslama bağlanma değerleri (MPa)

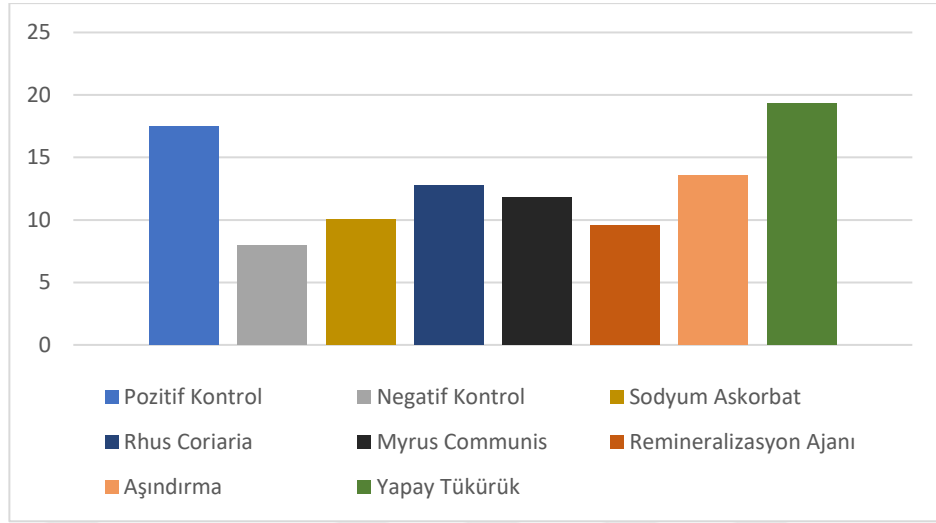
Çalışmamızda termal siklus ile yaşlanmaya tabi tutulmayan gruplara ilişkin makaslama ölçümleri karşılaştırıldığında gruplar arası farklılık önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Gruplara ait makaslama bağlanma değeri ölçüm sonuçları ikişerli olarak karşılaştırıldığında pozitif kontrol-negatif kontrol, pozitif kontrol-sodyum askorbat, pozitif kontrol-rhus coriaria, pozitif kontrol-myrus communis, pozitif kontrol-remineralizasyon ajanı, negatif kontrol-aşındırma, negatif kontrol-yapay tükürük ve remineralizasyon ajanı-yapay tükürük grupları arasındaki farklılık önemli bulunurken diğer gruplar arası farklılık önemsiz bulunmuştur. Beyazlatma yapılan gruplarda en yüksek bağlanma dayanımı değeri beyazlatma sonrası 14 gün yapay tükürükte bekletilen örneklerde görülürken en düşük değer beyazlatma sonrası hemen restorasyonun yapıldığı negatif kontrol grubuna aittir. Veriler tablo 4.1 ve Şekil 4.1 de gösterilmiştir.

Tablo 4. 2. Çalışmada değerlendirilen test ve kontrol gruplarının termal siklus sonrası ortalama bağlanma değerleri, standart sapmaları ve istatistiksel farkı

		N	Ortalama	Standart Sapma	Sonuç
Termal Siklus Var	Pozitif kontrol	8	17,53 ^{b,f}	6,76	F=8,10 P=0,001*
	Negatif kontrol	8	7,99 ^e	3,29	
	Sodyum Askorbat	8	10,05 ^{d,e}	1,47	
	Rhus coriaria	8	12,76 ^{b,c,e}	5,04	
	Myrtus communis	8	11,84 ^{b,c,e}	2,03	
	Remineralizasyon ajanı	8	9,59 ^e	2,42	
	Aşındırma	8	13,54 ^{b,c,d,e}	2,27	
	Yapay tükürük	8	19,33 ^{a,f}	4,71	

Her bir sütündeki farklı harfler gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farkı göstermektedir ($p<0,05$).

$p<0,05^*$ için istatistiksel olarak anlamlıdır.



Şekil 4. 2. Termal sıklusa tabi tutulan gruplarda ortalama makaslama bağlanma değerleri (MPa)

Termal siklus ile yaşlanmaya tabi tutulan gruplara ilişkin makaslama ölçümleri karşılaştırıldığında gruplar arası farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Gruplara ait makaslama bağlanma değeri ölçüm sonuçları ikişerli olarak karşılaştırıldığında pozitif kontrol-negatif kontrol, pozitif kontrol-sodyum askorbat, pozitif kontrol-remineralizasyon ajanı, negatif kontrol-yapay tükürük, sodyum askorbat-yapay tükürük, rhus coriaria-yapay tükürük, myrus communis-yapay tükürük ve remineralizasyon ajanı-yapay tükürük grupları arasındaki farklılık önemli bulunurken, diğer gruplar arası farklılık önemsiz bulunmuştur. Beyazlatma yapılan gruplarda en yüksek bağlanma dayanımı değeri beyazlatma sonrası 14 gün yapay tükürükte bekletilen örneklerde görülürken en düşük değer beyazlatma sonrası hemen restorasyonun yapıldığı negatif kontrol grubuna aittir. Veriler tablo 4.2 ve şekil 4.2 de gösterilmiştir.

Tablo 4. 3. Termal siklus olan ve olmayan gruplarda bağlanma değerinin Post Hoc Tukey HSD test sonuçları

Gruplar		T.Siklus Var Yok P	T.Siklus
Pozitif Kontrol	Negatif Kontrol	0,001*	0,001*
	Sodyum Askorbat	0,006*	0,020*
	Rhus coriaria	0,241	0,010*
	Myrtus communis	0,089	0,015*
	Remineralizasyon Ajanı	0,004*	0,001*
	Aşındırma	0,461	0,566
	Yapay Tükürük	0,983	0,955
Negatif Kontrol	Pozitif Kontrol	0,001*	0,001*
	Sodyum Askorbat	0,972	0,637
	Rhus coriaria	0,241	0,785
	Myrtus communis	0,510	0,703
	Remineralizasyon Ajanı	0,991	0,988
	Aşındırma	0,105	0,027*
	Yapay Tükürük	0,001*	0,003*
Sodyum Askorbat	Pozitif Kontrol	0,006	0,020*
	Negatif Kontrol	0,972	0,637
	Rhus coriaria	0,834	1,000
	Myrtus communis	0,977	1,000
	Remineralizasyon Ajanı	1,000	0,950
	Aşındırma	0,597	0,749
	Yapay Tükürük	0,001*	0,267
Rhus coriaria	Pozitif Kontrol	0,241	0,010*
	Negatif Kontrol	0,241	0,785
	Sodyum Askorbat	0,834	1,000
	Myrtus communis	1,000	1,000
	Remineralizasyon Ajanı	0,734	0,987
	Aşındırma	1,000	0,595
	Yapay Tükürük	0,028*	0,166
Myrtus communis	Pozitif Kontrol	0,089	0,015
	Negatif Kontrol	0,510	0,703
	Sodyum Askorbat	0,977	1,000
	Rhus coriaria	1,000	1,000
	Remineralizasyon Ajanı	0,942	0,970
	Aşındırma	0,988	0,686
	Yapay Tükürük	0,007*	0,221
Remineralizasyon Ajanı	Pozitif Kontrol	0,004	0,001*
	Negatif Kontrol	0,091	0,998
	Sodyum Askorbat	1,000	0,950
	Rhus coriaria	0,734	0,987
	Myrtus communis	0,942	0,970
	Aşındırma	0,477	0,140
	Yapay Tükürük	0,001*	0,019*
Aşındırma	Pozitif Kontrol	0,461	0,566
	Negatif Kontrol	0,105	0,027*
	Sodyum Askorbat	0,597	0,749
	Rhus coriaria	1,000	0,595
	Myrtus communis	0,988	0,686
	Remineralizasyon Ajanı	0,477	0,140
	Yapay Tükürük	0,078	0,993
Yapay Tükürük	Pozitif Kontrol	0,983	0,955
	Negatif Kontrol	0,001*	0,003*
	Sodyum Askorbat	0,001*	0,267
	Rhus coriaria	0,028*	0,166
	Myrtus communis	0,007*	0,221
	Remineralizasyon Ajanı	0,001*	0,019*
	Aşındırma	0,078	0,993

p<0,05* için anlamlıdır.

Tablo 4. 4. Termal siklus olan ve olmayan gruplarda farklı yüzey işlemlerinin karşılaştırılması

GRUPLAR		N	Ortalama	Std.Sapma	Sonuç
Termal Siklus Yok	Pozitif Kontrol	8	16,77	4,44	t=0,26
Termal Siklus Var	Pozitif Kontrol	8	17,53	6,76	P=0,796
Termal Siklus Yok	Negatif Kontrol	8	7,83	2,34	t=0,11
Termal Siklus Var	Negatif Kontrol	8	7,99	3,29	P=0,913
Termal Siklus Yok	Sodyum Askorbat	8	10,85	2,42	t=0,90
Termal Siklus Var	Sodyum Askorbat	8	9,95	1,47	P=0,382
Termal Siklus Yok	Rhus coriaria	8	10,44	3,26	t=1,09
Termal Siklus Var	Rhus coriaria	8	12,76	5,04	P=0,293
Termal Siklus Yok	Myrtus Communis	8	10,68	2,06	t=1,31
Termal Siklus Var	Myrtus Communis	8	11,84	2,03	P=0,277
Termal Siklus Yok	Remineralizasyon Ajanı	8	8,96	2,67	t=0,49
Termal Siklus Var	Remineralizasyon Ajanı	8	9,59	2,42	P=0,627
Termal Siklus Yok	Aşıdırma	8	13,57	3,28	t=0,02
Termal Siklus Var	Aşıdırma	8	13,54	2,27	P=0,982
Termal Siklus Yok	Yapay Tükürük	8	14,91	5,31	t=1,75
Termal Siklus Var	Yapay Tükürük	8	19,33	4,71	P=0,101

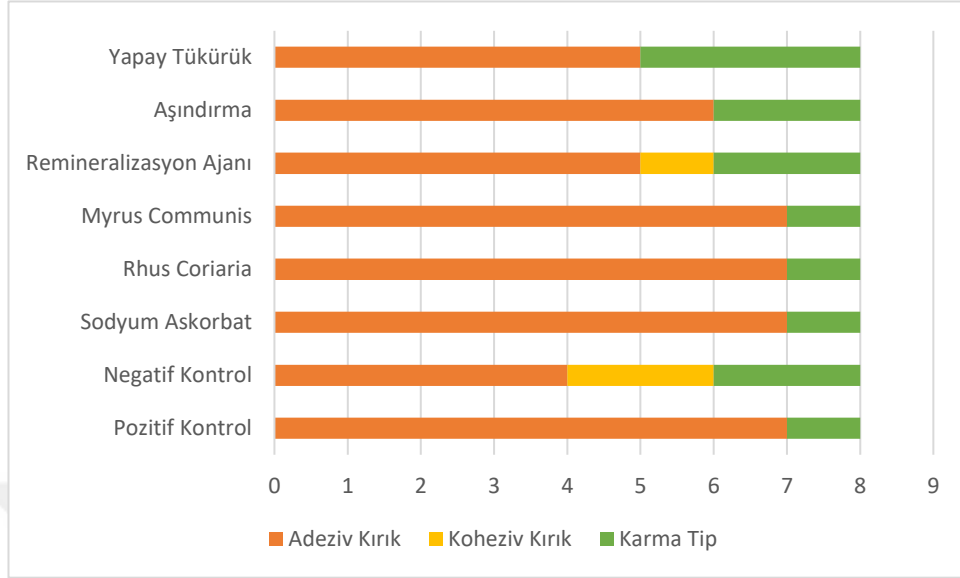
Tablo 4.4. gösterildiği üzere çalışmada değerlendirilen tüm gruplara ait termal yaşlandırma uygulama öncesi ve sonrası elde edilen ortalama bağlanma değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

4.2 Kırılma Tipi Bulguları

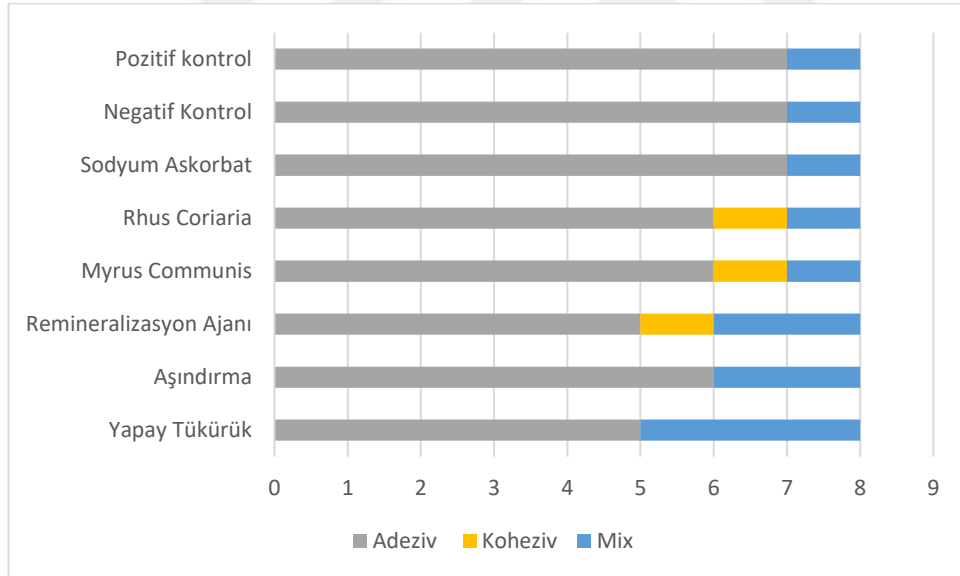
Makaslama testleri sonrasında 128 adet diş steromikroskopta incelenerek kompozit restorasyon ve diş dokusu arasındaki kopma şekilleri aşağıdaki şekilde kaydedildi (Şekil 4.5, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7). Makaslama testi sonrasında elde edilen kopma tiplerinin yüzdeleri ve sayıları Şekil 4.3, şekil 4.4'te ve Tablo 4.5'te gösterilmektedir. Makaslama testi sonrasında termal siklus ile yaşlanmaya tabi tutulmayan gruplarda (%75) adeziv kopmalar gözlenirken, bunu (%20) karma kopmalar takip etmektedir. (%5) koheziv kopmalar ise sadece 3 dişte gözlenmiştir. Termal siklus ile yaşlanmaya tabi tutulan gruplarda en fazla (%76) adeziv kopmalar gözlenirken, bunu (%19) karma kopmalar takip etmektedir. (%5) koheziv kopmalar ise sadece 3 dişte gözlenmiştir.

Tablo 4. 5. Gruplarda görülen kırık tipi

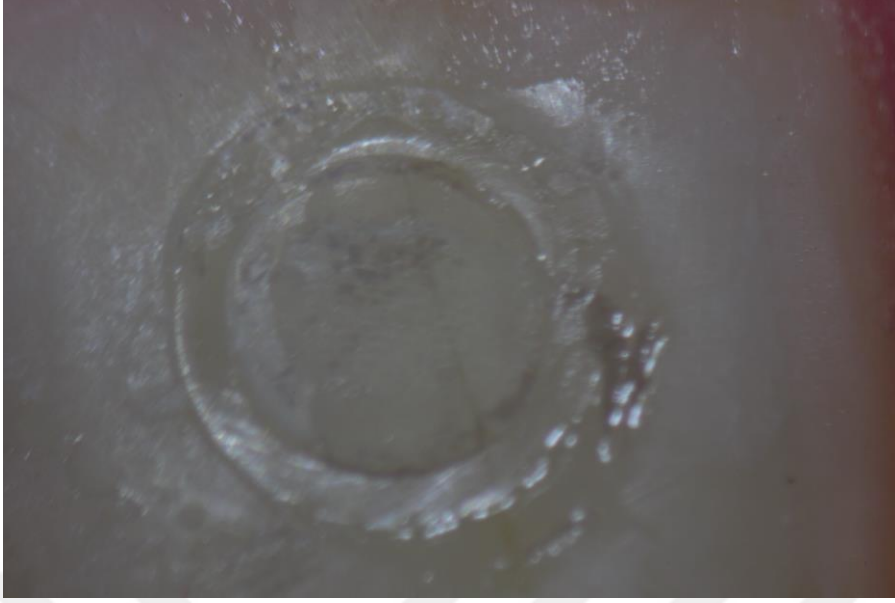
KIRILMA TİPLERİ						
	Termal Yaşlandırma Var			Termal Yaşlandırma Yok		
Çalışma Grupları	Adeziv	Koheziv	Mix	Adeziv	Koheziv	Mix
Pozitif Kontrol	5	1	2	7	-	1
Negatif Kontrol	7	-	1	7	-	1
Sodyum Askorbat	5	-	3	7	-	1
Rhus Coriaria	6	-	2	6	1	1
Myrtus Communis	5	1	2	6	1	1
Remineralizasyon Ajanı	6	-	2	5	1	2
Aşındırma	7	-	1	6	-	2
Yapay Tükürükte Bekleme	5	1	2	5	-	3



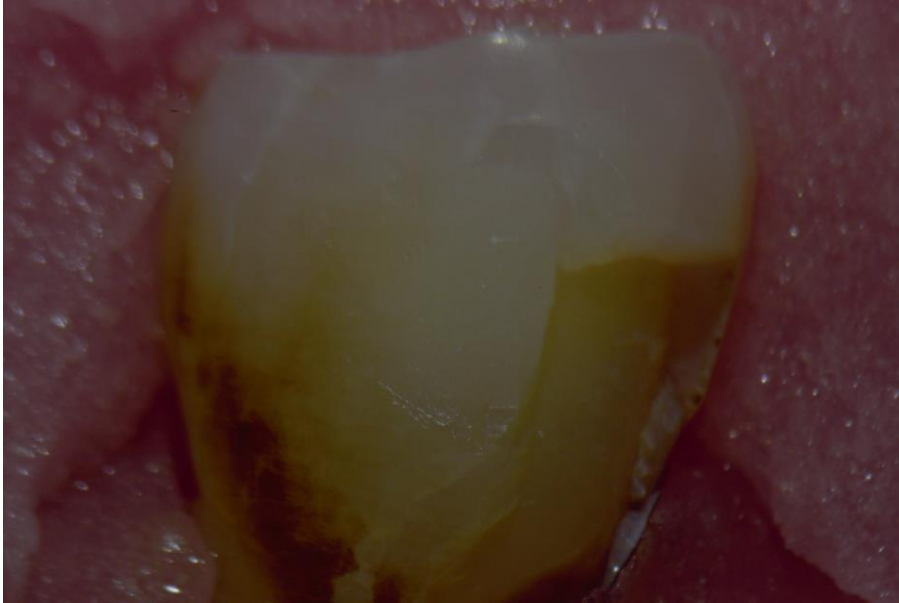
Şekil 4. 3. Termal yaşlandırma olmayan gruplarda kırık tipi sayıları



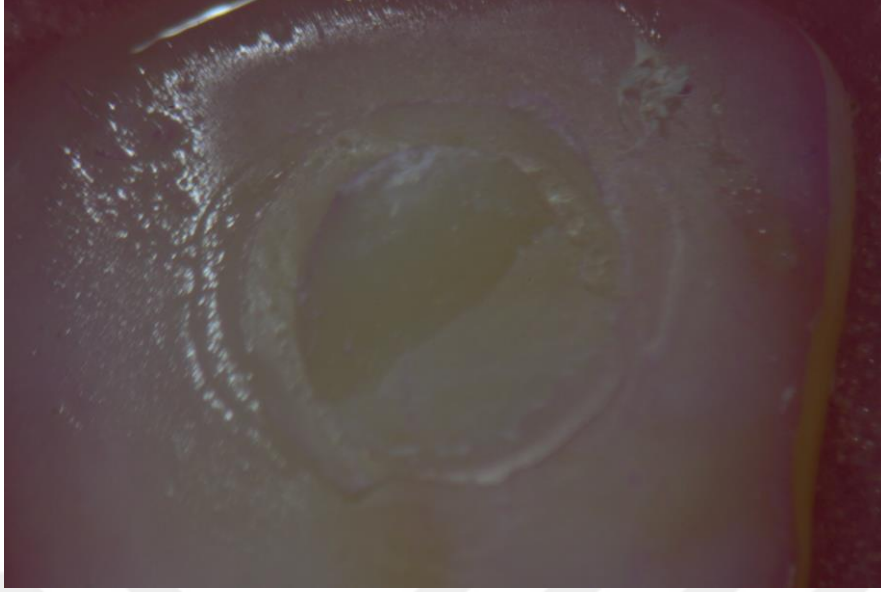
Şekil 4.4. Termal siklus olan gruplarda kırık tipi sayıları



Şekil 4. 5. Adeziv Tip Kopma



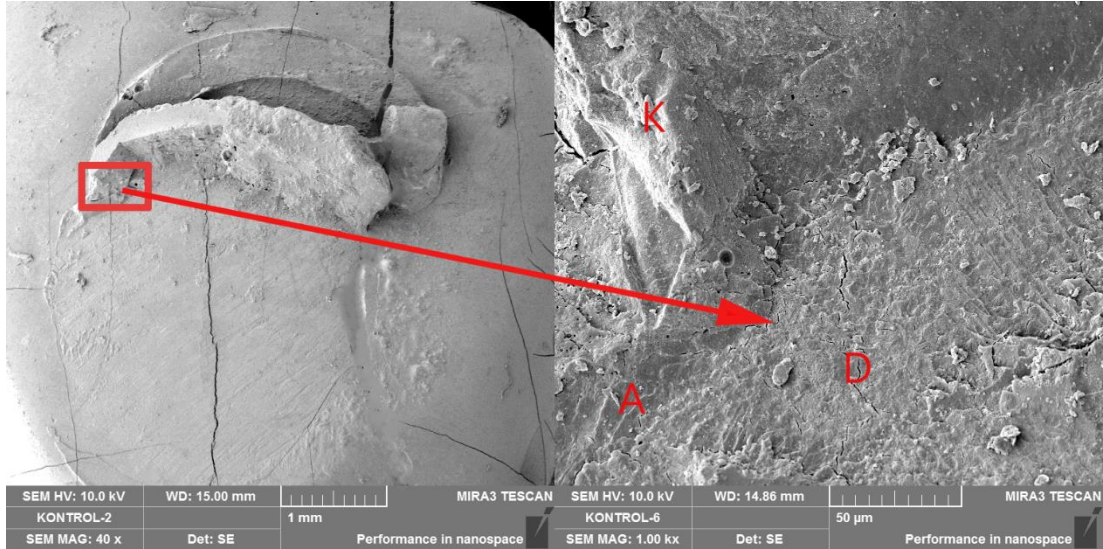
Şekil 4. 6. Koheziv Tip Kopma (Diş Yüzeyinde Kopma)



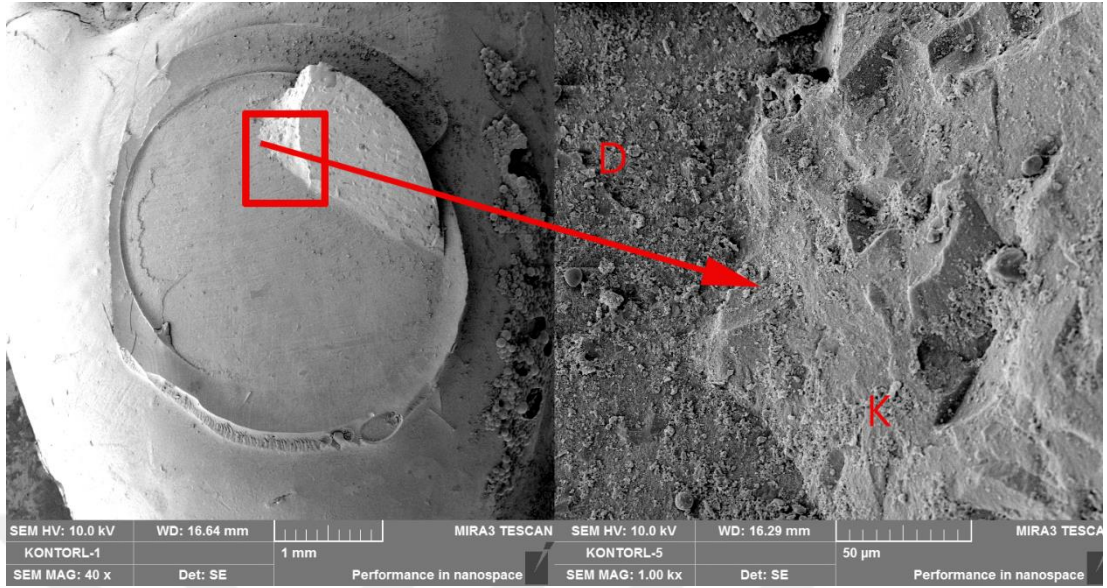
Şekil 4. 7. Karma Tip Kopma

4.3 SEM Analiz Bulguları

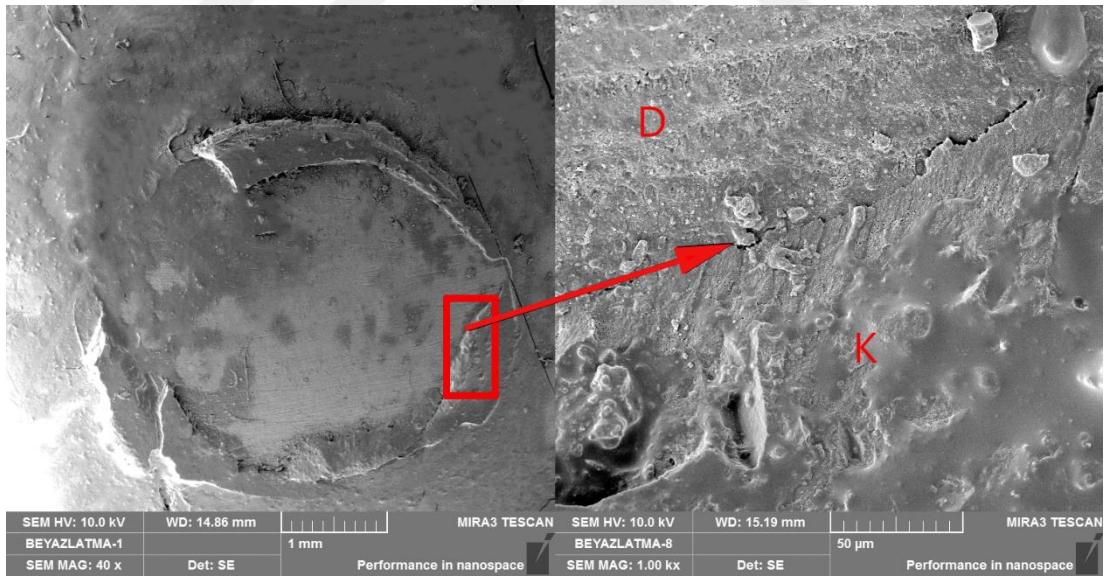
Makaslama testinin gerçekleştirilmesinin ardından her gruptan rastgele 1 adet örnek seçilmiştir. Kopma yüzeylerinin değerlendirilmesi amacıyla seçilen dişlerden alınan kesitler inceleme yapılabilmesi için altın kaplama cihazında kaplanarak incelemeler yapılmış ve aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.



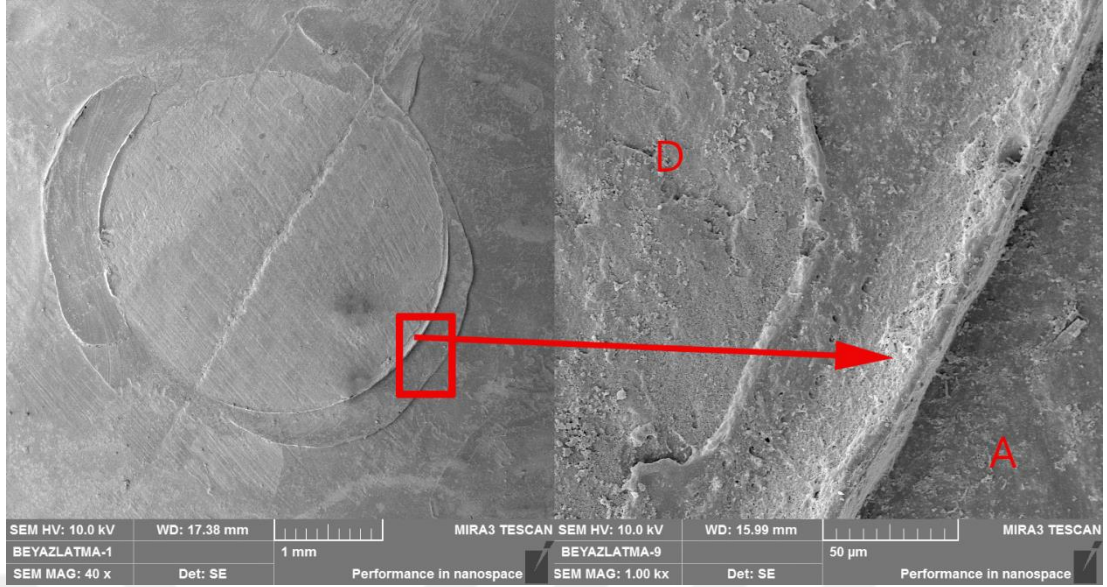
Şekil 4. 8. Termal Siklus sonrası bağlanma dayanımı testi sonrası pozitif kontrol grubunda görülen karma (mix) tip kırılma 40x büyütme, 1000x büyütme (K:kompozit,A:adeziv,D:diş yüzeyi)



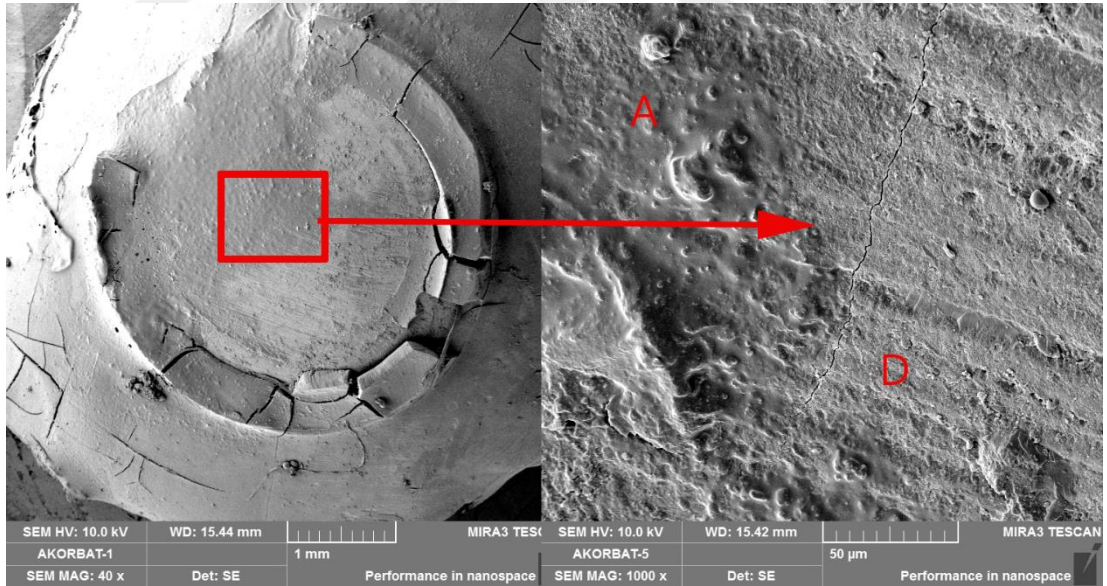
Şekil 4. 9. Bağlanma dayanımı testi sonrası pozitif kontrol grubunda görülen karma tip(mix) kırılma 40x büyütme, 1000x büyütme (K:kompozit,D:diş yüzeyi)



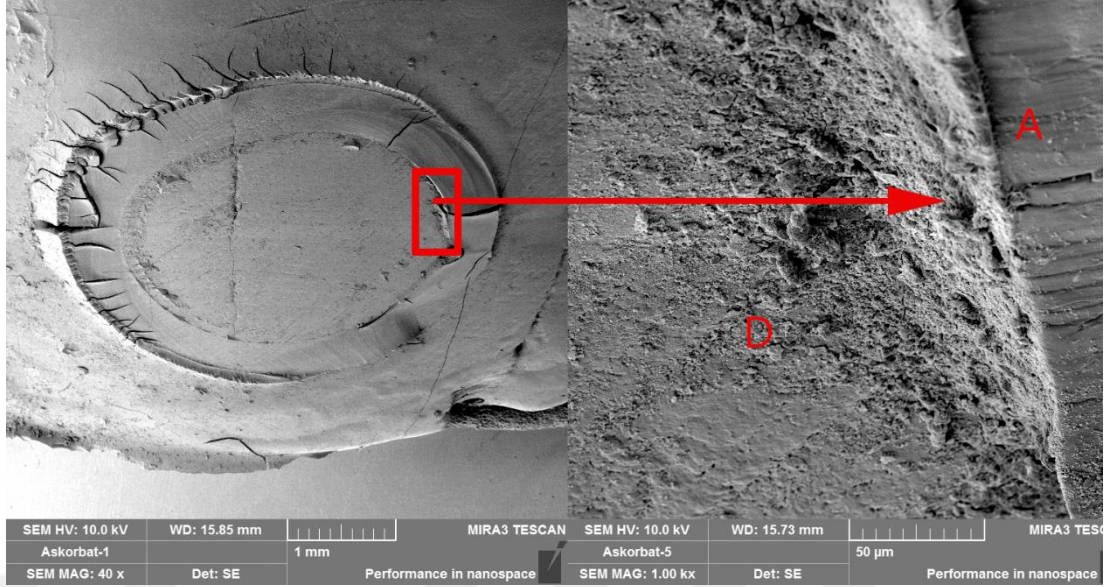
Şekil 4. 10. Termal siklus sonrası bağlanma dayanımı testi uygulanan negatif kontrol grubunda görülen karma (mix) tip kırılma 40x büyütme, 1000x büyütme (K:kompozit,D:diş yüzeyi)



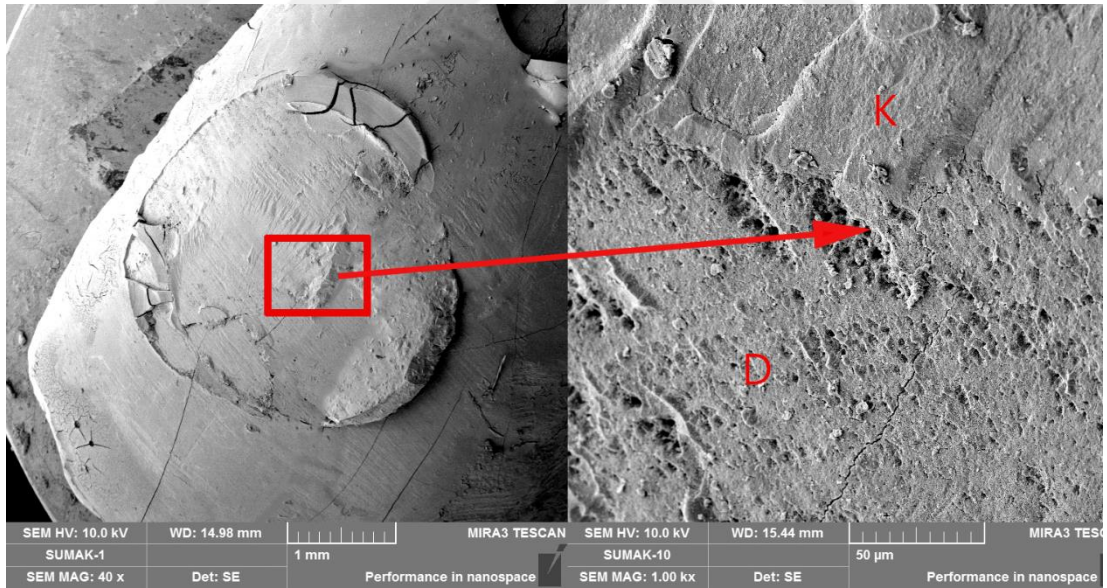
Şekil 4. 11. Bağlanma dayanımı testi sonrası negatif kontrol grubunda görülen adeziv tip kırılma 40x büyütme, 1000x büyütme (D:diş yüzeyi,A:adeziv)



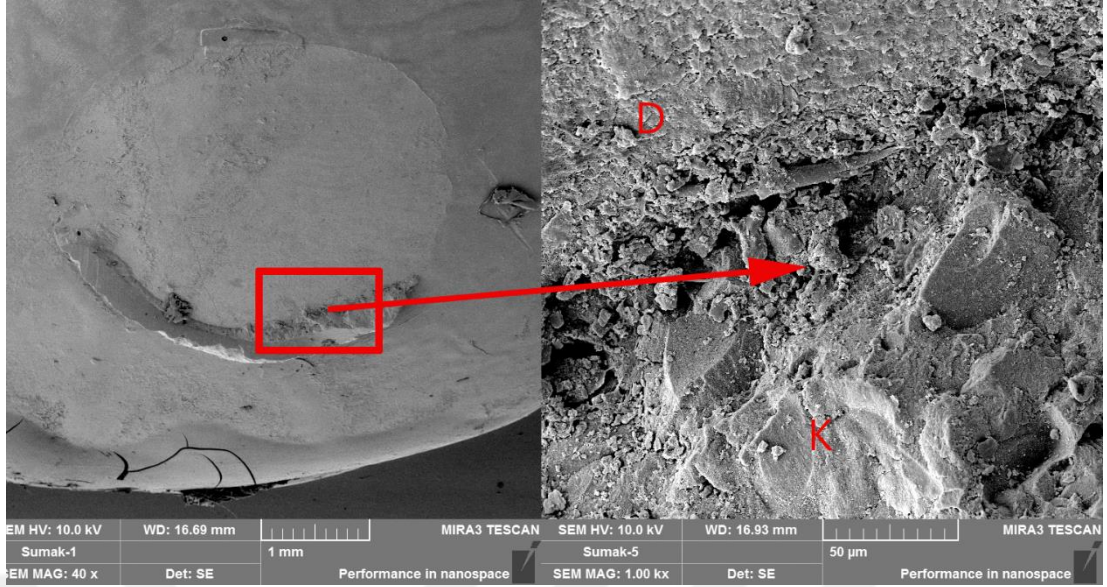
Şekil 4. 12. Termal siklus sonrası bağlanma dayanımı testi uygulanan sodyum askorbat grubunda görülen adeziv tip kırılma 40xbüyütme, 1000x büyütme (A:adeziv D:diş yüzeyi)



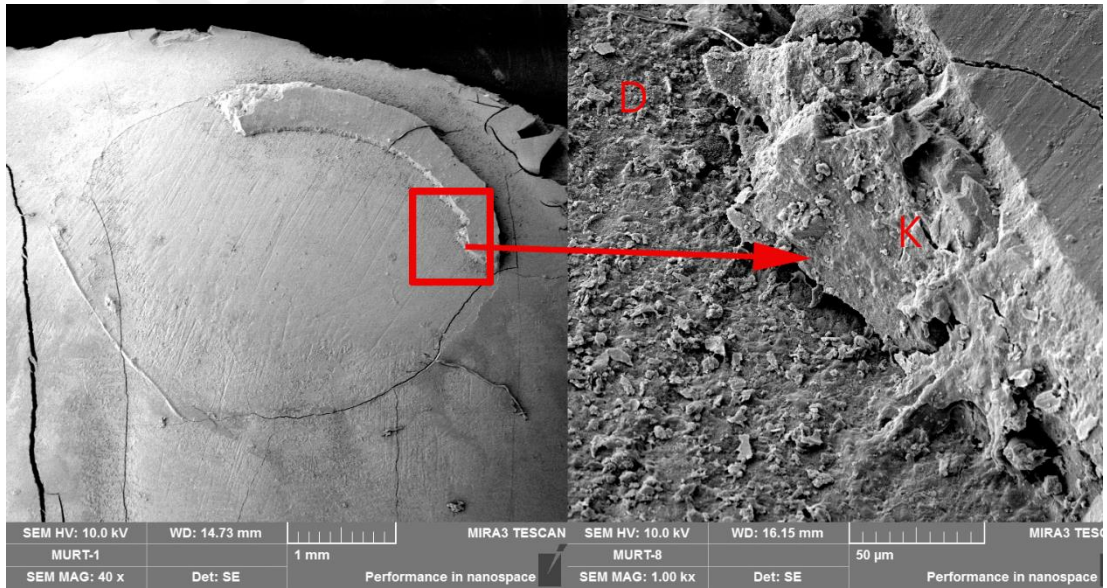
Şekil 4. 13. Bağlanma dayanımı testi sonrası sodyum askorbat grubunda görülen adeziv tip kırılma 40x büyütme, 1000x büyütme (D:diş yüzeyi,A:adeziv)



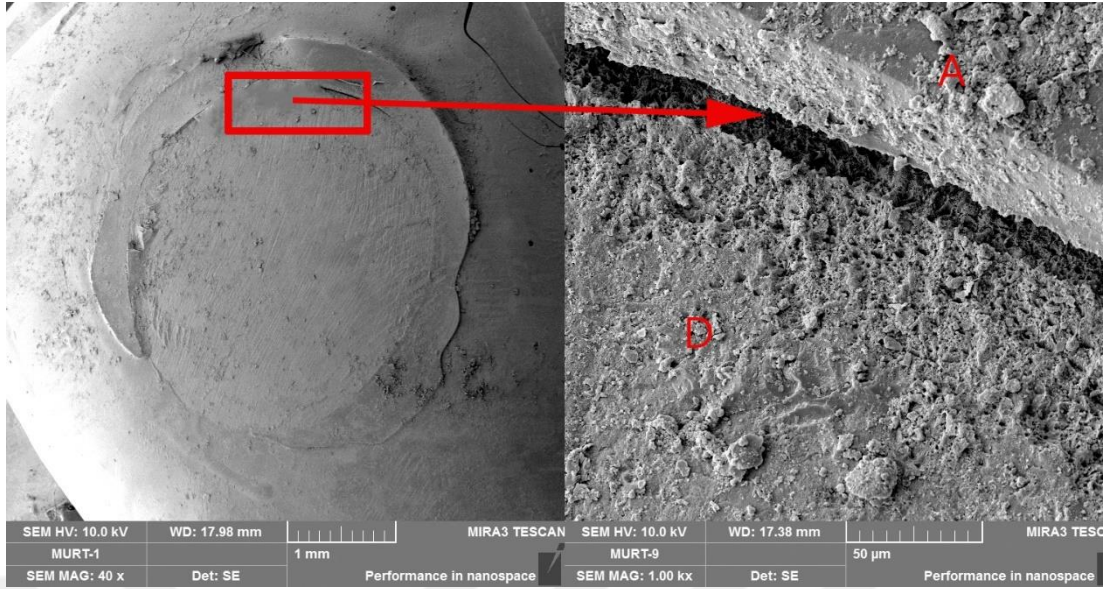
Şekil 4. 14. Termal siklus sonrası bağlanma dayanımı testi uygulanan) Rhus Coriaria(sumak) grubunda görülen karma tip kırılma 40x büyütme, 1000x büyütme (K:kompozit,D:diş yüzeyi)



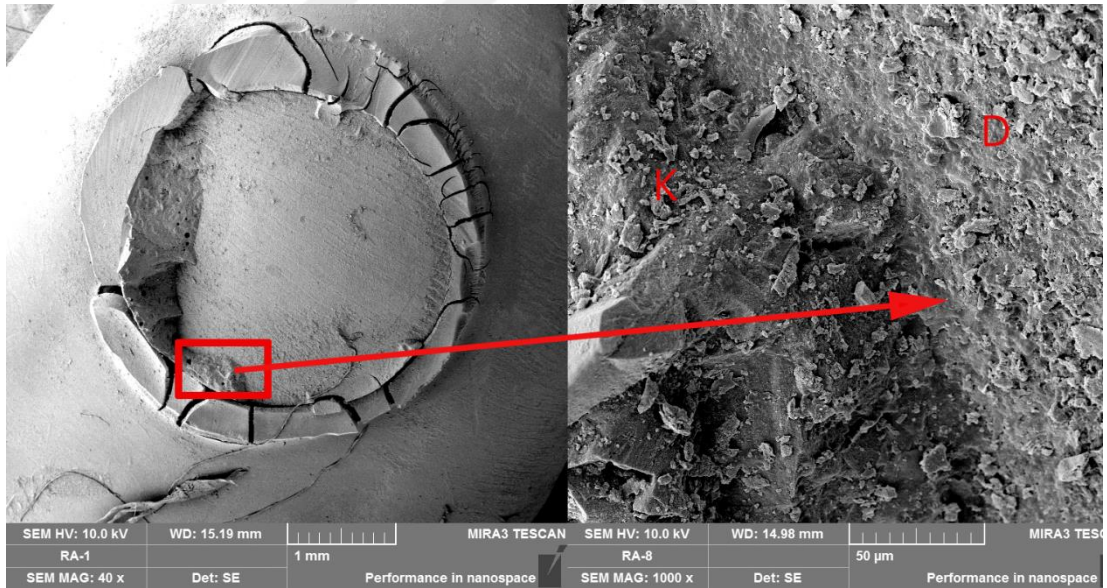
Şekil 4. 15. Bağlanma dayanımı testi sonrası *Rhus Coriaria*(sumak) grubunda görülen karma tip kırılma 40x büyütme, 1000x büyütme (K:kompozit,D:diş yüzeyi)



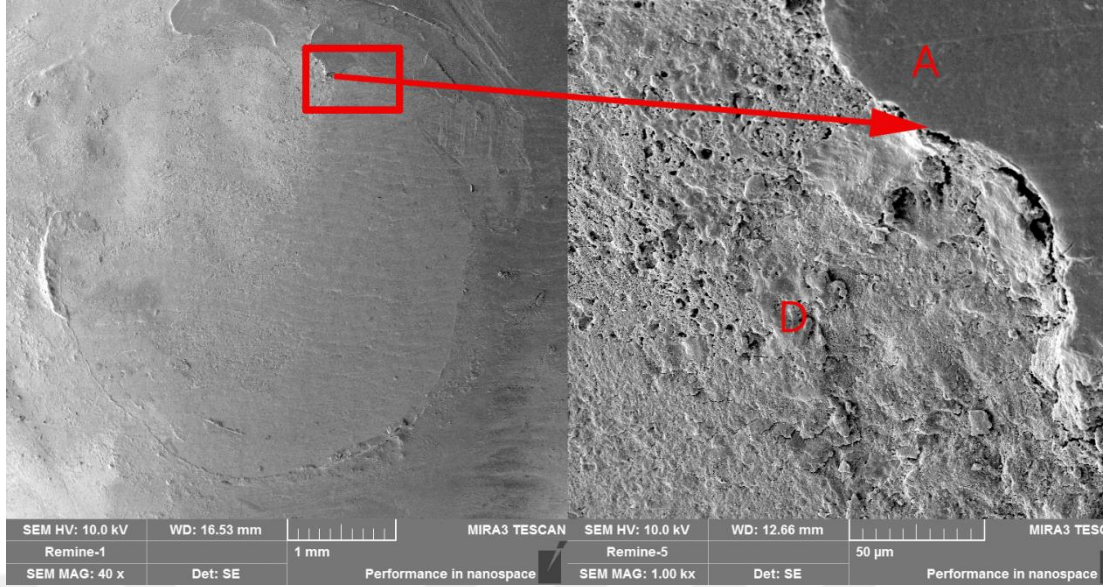
Şekil 4. 16. Termal siklus sonrası bağlanma dayanımı testi uygulanan *Myrtus Communis*(murt) grubunda görülen karma tip kırılma 40x büyütme, 1000x büyütme (K:kompozit,D:diş yüzeyi)



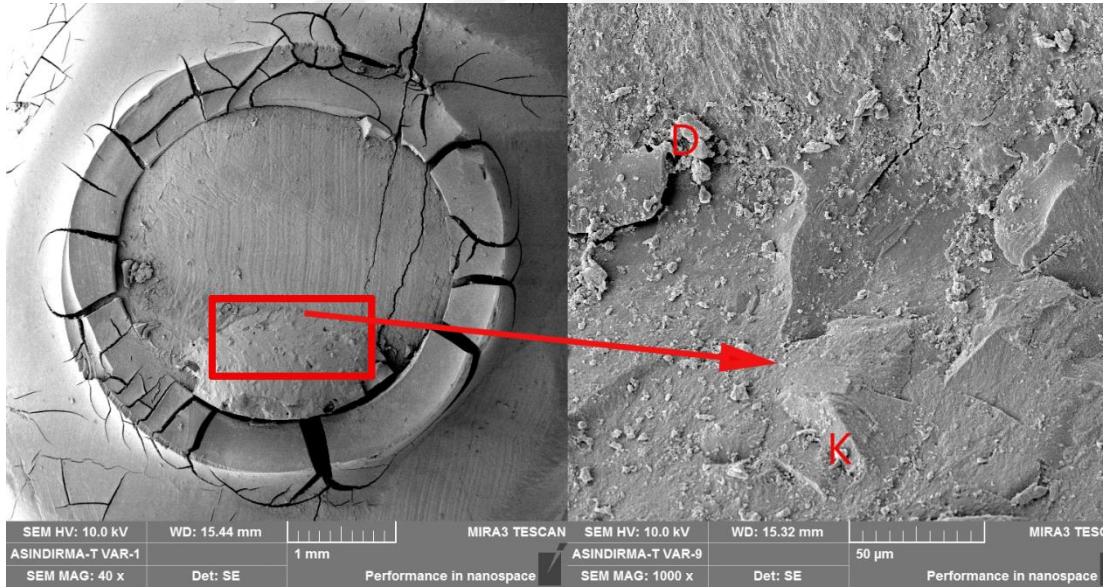
Şekil 4. 17. Bağlanma dayanımı testi sonrası *Myrtus Communis* (murt) grubunda görülen adeziv tip kırılma 40x büyütme, 1000x büyütme (A:adeziv,D:diş yüzeyi)



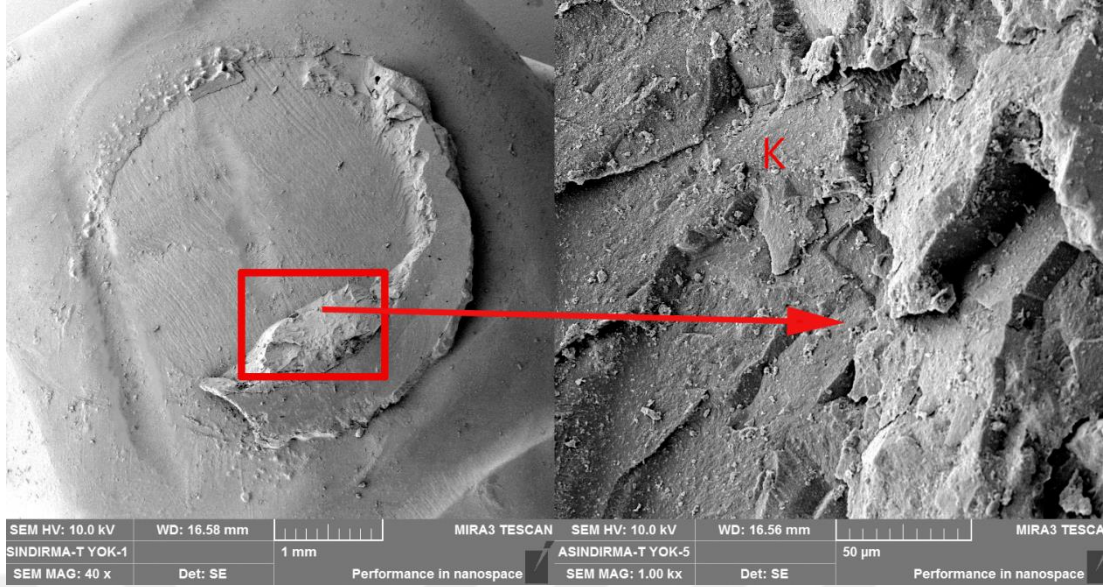
Şekil 4. 18. Termal siklus sonrası bağlanma dayanımı testi uygulanan) Remineralizasyon ajanı grubunda görülen karma tip kırılma 40x büyütme, 1000x büyütme (K:kompozit,D:diş yüzeyi)



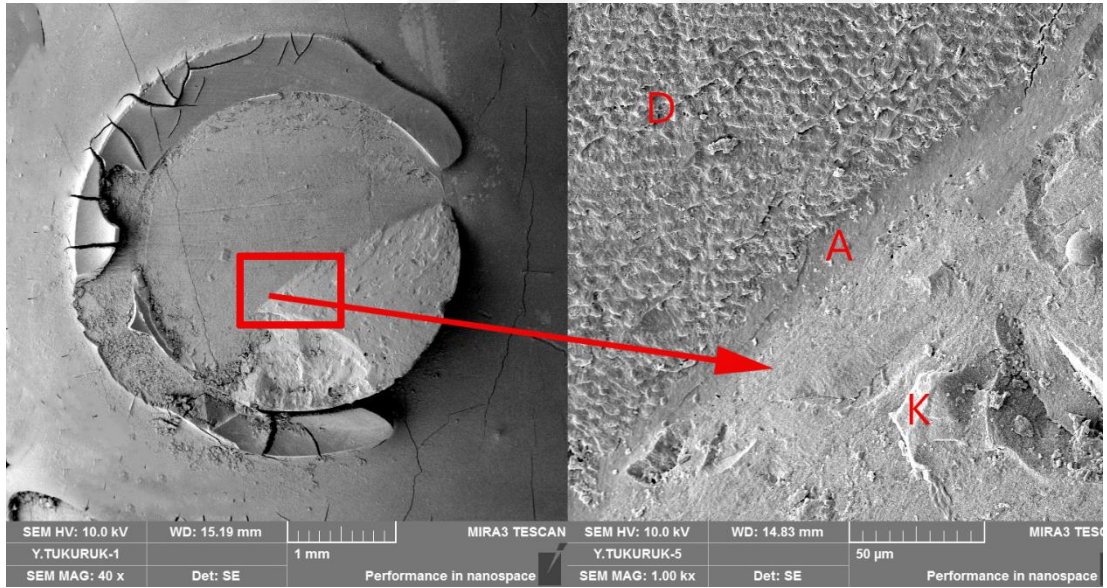
Şekil 4. 19. Bağlanma dayanımı testi sonrası remineralizasyon ajanı grubunda görülen adeziv tip kırılma 40x büyütme, 1000x büyütme (A:adeziv,D:diş yüzeyi)



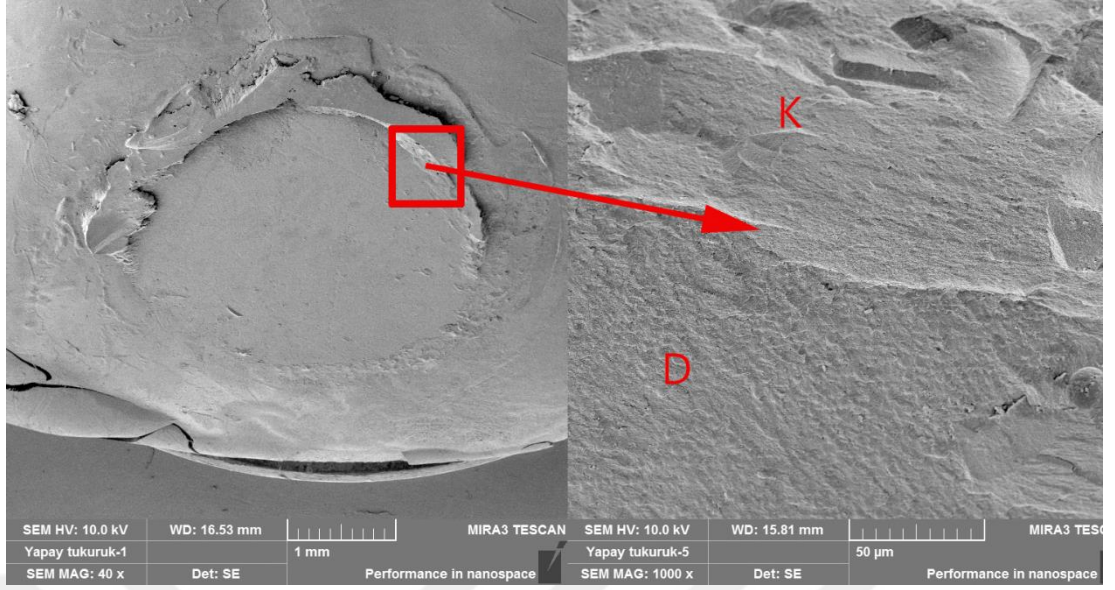
Şekil 4. 20. Termal siklus sonrası bağlanma dayanımı testi uygulanan aşındırma grubunda görülen karma kırılma 40x büyütme, 1000x büyütme (K:kompozit,D:diş yüzeyi)



Şekil 4. 21. Bağlanma dayanımı testi sonrası aşındırma grubunda görülen karma tip kırılma 40x büyütme, 1000x büyütme (K:kompozit)



Şekil 4. 22. Termal siklus sonrası bağlanma dayanımı testi uygulanan yapay tükürük grubunda görülen karma tip kırılma 40xbüyütme ,1000x büyütme (K:kompozit,A:adeziv,D:diş yüzeyi)



Şekil 4. 23. Bağlanma dayanımı testi sonrası yapay tükürük grubunda görülen karma tip kırılma 40x büyütme, 1000x büyütme (K:kompozit,D:diş yüzeyi)

5.TARTIŞMA

Günümüzde estetik görünüme sahip dişler güzellik algısının vazgeçilmez bir unsuru haline gelmiştir. Samorodnitzky-Naveh ve ark. (137) 407 gönüllü ile yaptıkları bir çalışmada hastaların %37,3' ünün diş görünümlerinden memnun olmadığını bildirmiştir; bunların %89,3'ü memnuniyetsizliklerinin birincil nedeni olarak diş rengini belirtmişlerdir. Diş renklenmeleri sebebiyle kaybedilen dental estetiğin geri kazanılmasında, beyazlatma uygulamaları en çok talep edilen kozmetik diş hekimliği uygulamalarından olmuştur (138).

Vital diş beyazlatma tedavileri 4 farklı yöntemle yapılmaktadır. Bunlar ofis tipi beyazlatma, hekim kontrolünde yapılan ev tipi beyazlatma, tezgah üstü ürünlerle hekim kontrolü olmadan yapılan beyazlatma ve bekleme odasında yapılan beyazlatmadır (139).

Beyazlatma maddelerinin mine yüzeyine etkisiyle ilgili değişik çalışmalar yapılmıştır. Bu alanda sürekli olarak yeni ürünlerin kullanıma girmesi, beyazlatma ve restoratif materyal uygulamaları arası bağlanma, beyazlatma sonrası restoratif materyallerde meydana gelen renk değişikliği, mikrosertlik, yüzey yapı değişiklikleri ve marjinal sızıntı gibi çalışmaların sürekli gündemde kalmasına neden olmaktadır (140). Beyazlatılmış mine yüzeylerinin kompozit rezin ile bağlantısının araştırıldığı çalışmalarda HP ile beyazlatma sonrası mine bağlanma dayanımında önemli ölçüde bir azalma olduğu pek çok çalışmada rapor edilmiştir (68, 140-142).

Bu çalışmada HP ile yapılan beyazlatma sonrası doğal ve sentetik antioksidan ajanlar, remineralizasyon ajanı ve yüzey preperasyonu uygulamaları gibi farklı yüzey işlemlerinin kompozit rezin-mine bağlanma dayanımı üzerine etkisi termal siklus yaşlandırması uygulanarak ve uygulanmadan değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda çürüksüz ve restorasyonsuz insan üst çene kesici dişleri kullanılmıştır. Laboratuvar çalışmalarında kullanılan çekilmiş dişlerin deney anına kadar dehidrate olmasını önlemek ve dezenfeksiyonu sağlamak amacıyla bir saklama solüsyonu içerisinde bekletilmesi önerilmektedir (143). Timol solüsyonunun, minenin rezine bağlanma dayanımını 6 ay ve 12 aylık zaman diliminde etkilemediği bildirilmiştir (144). Bu çalışmada kullanılan dişler, dezenfeksiyon amacıyla öncelikle %0, 1 konsantrasyondaki timol solüsyonu içerisinde, örnekler hazırlandıktan sonra makaslama testine kadar da distile su içerisinde muhafaza edilmiştir. ISO

bildirilerinde dişlerin mümkünse çekimlerden hemen sonra veya en geç 6 ay içinde kullanılmaları önerilmektedir. Dişlerin saklandığı solüsyon kadar bekletilme zamanı da standardizasyonun sağlanması ve rezin bağlanma dayanımı üzerindeki olası etkisi yönünden önemlidir. Bu nedenle çalışmamızda çekilen dişler 3 ay içerisinde kullanılmıştır.

Çalışmalarda, bağlanma dayanımı testlerinde daha çok makaslama kuvvetlerinden faydalandığı görülmektedir (84, 145). Bu çalışmada da, beyazlatma sonrası uygulanan farklı yüzey işlemlerinin kompozit rezin-mine bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirilmesinde daha az teknik hassasiyet gerektirmesi ve mikro-makaslama bağlanma dayanımı testine benzer sonuçlar gösterdiği için makro-makaslama bağlanma dayanımı testi kullanılmıştır (14). Diğer bağlanma dayanımı testlerine göre örnek hazırlaması ve test protokolü daha kolaydır. (132). ISO standartlarına göre yaklaşma hızı $0,75 \pm 0,30$ mm/dk olarak belirtilmiştir. Bu değerlerin üzerindeki hızların kullanıldığı makaslama testlerinin bağlantı dayanımının değerlendirilmesinde gerçekçi sonuçları yansıtmadığı ve materyalde internal streslere yol açtığı bildirilmiştir (146). Bu çalışmadaki örnekler de universal test cihazında 0,5 mm/dk kafa hızında test edilmiştir.

Materyallerin uzun dönem klinik performansını tahmin edebilmek için yapay yaşlandırma yöntemi kullanılmaktadır. Amaç materyalin ağız ortamındaki başarısı ile ilgili fikir edinebilmektir (15). Materyali suyun içinde bekletme ve termal yaşlandırma en popüler yapay yaşlandırma yöntemleridir (147). Termal siklus yönteminde sıcak su kollajenlerin hidrolizini çabuklaştırır ve yetersiz polimerize olan rezin oligomerlerini ortamdan uzaklaştırır (148). Bununla birlikte, restoratif materyallerin termal genleşme katsayısının diş yapılarına göre daha yüksek olması nedeniyle diş ile restoratif materyal ara yüzünde tekrarlayan genleşme ve büzülme stresleri oluşmaktadır (128).

Gale ve ark. yaklaşık 10.000 termal döngünün 1 yıllık klinik fonksiyona karşılık geldiğini ileri sürmüştür. Bu sayı günlük 20 ila 50 döngü olacağı düşünülerek belirlenmiştir (128, 129).

Bektaş ve ark. (149) farklı yüzey işlemleri uyguladıkları kompozit blok örneklerinin 3 farklı termal döngüde (1.000, 5.000 ve 10.000) bağlanma dayanımını değerlendirdikleri çalışmalarında 1.000 devirde yaşlandırmanın bağlanma

dayanımına etkisi olmazken, 10.000 devirde bağlanma dayanımının önemli ölçüde etkilediğini bulmuşlardır. Çalışmamızda 10.000 devir termal yaşlandırma uygulaması tercih edilmiştir.

Beyazlatma tekniklerinin başarısı beyazlatma ajanının pH'ı, dişlere uygulama süresi, ısı uygulanıp uygulanmaması, diş yüzeyinin temiz olup olmaması, hastanın yaşı, mevcut diş rengi ve peroksit konsantrasyonu gibi birçok faktörle ilişkilidir. Aktif madde olarak yüksek konsantrasyonda HP (%35-38) içeren beyazlatma jelleri etkili ve hızlı sonuç elde edilmesi nedeniyle sıklıkla kullanılmaktadır (150). Bu sebeple çalışmamızda yüksek konsantrasyonda (%40) HP içeren ofis tipi beyazlatma ajanı tercih edilmiştir.

Peroksit içeren ağartma maddeleri, oksidasyon yoluyla diş renklenmelerini giderir. Düşük molekül ağırlıklı bir madde olan HP, oksijen ve perhidroksil serbest radikallerine ayrışır. Sonrası dişlerin yüksek geçirgenlik ve yüksek yayılabilirlik göstermesiyle ilgilidir. Perhidroksil radikalleri, pigmentlerin uzun zincirli, koyu renkli makromoleküllerine saldırır ve onları yapıdan uzaklaştırarak daha küçük, daha az renkli ve daha diffüze olabilen moleküllere ayırır (151). HP' ten salınan serbest radikaller, interprizmatik bölgelerden mineye nüfuz eder ve sadece pigmentli organik moleküllerle değil aynı zamanda minenin organik yapısı ile de reaksiyona girebilir. Organik materyalin uzaklaştırılması, morfolojik değişikliklere ve yüzey düzensizliklerine neden olur. Beyazlatma estetik faydalarına karşın mikrosertlikte ve bağlanma dayanımında azalma, pulpa toksisitesi, mikrosızıntı ve kök rezorpsiyonu gibi bazı istenmeyen yan etkiler gösterebilir. (67). HP ile beyazlatmanın kompozitin diş minesine adezyon kuvvetini azalttığı literatürde bildirilmiştir (141, 152). Beyazlatma sonrası adeziv bağlanma kuvvetindeki azalmadan genellikle rezinin infiltrasyonuna ve polimerizasyonuna engel olan artık oksijen ve serbest radikaller sorumlu tutulmaktadır (71, 153). Bu faktörlere ilaveten bazı araştırmacılar; mine yapısında oluşan değişikliklerin (kalsiyum kaybı, mikrosertlikte azalma ve organik yapıda oluşan değişiklikler), prizmatik form kaybının ve artan pörözitenin rezin-mine bağlanma kuvvetinin zayıflamasında etkili olduğunu öne sürmüşlerdir (154, 155). Resin esaslı restoratif materyallerin beyazlatma yapılan diş dokularına bağlanma problemini en aza indirebilmek amacıyla önerilen yöntemler arasında en çok kabul gören yaklaşım; adeziv restoratif

prosedürlerin geçici bir süre ertelenmesidir. Literatürde, ağartılmış diş dokularına uygulanacak adeziv resin restorasyonların zamanlaması hususunda görüş birliğine varılamadığı ancak araştırmacıların 24 saat ile 3 hafta arasında değişen süreler boyunca restorasyonların ertelenmesini önerdikleri görülmektedir (5, 156).

Uzun bekleme periyotları olmaksızın beyazlatma sonrası bağlanma dayanımını arttırabilmek için farklı yöntemler kullanılmıştır. Barghi ve Godwin beyazlatma yapılmış mineye restorasyondan önce alkol gibi suyu temizleyen solventlerin veya aseton bazlı bir adezivin uygulanmasının beyazlatma ajanının mine-kompozit bağlanması üzerindeki olumsuz etkilerini önemli ölçüde azaltabildiğini bildirmiştir (13). Ayrıca kumlama (157), fotopolimerizasyon (158), su ile durulama (142) gibi yüzey işlemleri literatürde tavsiye edilmiştir. Yakın dönemlerde ise beyazlatma sonrası diş yüzeylerine antioksidanlar uygulanarak, antioksidanların serbest radikal yok edici etkileri ile bağlanma dayanımını arttırmaya yönelik çalışmalar yapılmıştır (10). Antioksidan ajanlar serbest oksijen radikallerini nötralize ederler ve peroksitlerin olumsuz biyolojik etkilerini ortadan kaldırırlar. Bağlanma dayanımını arttırmak için sodyum askorbat, askorbik asit, alfa tokoferol bütüldihidroksinisol, katalaz, glutatyon peroksidaz, sodyum bikarbonat gibi sentetik antioksidan ajanlar önerilmiştir (7, 84). Ayrıca sodyum florür, klorheksidin ve uçucu yağlar gibi antioksidan aktivite gösteren ağız gargaralarının beyazlatma sonrası kullanımı tavsiye edilmiştir (70).

Sodyum askorbat (SA); nötral, toksik olmayan, biyoyoumlu bir sentetik antioksidandır. Serbest oksijen radikalleri başta olmak üzere, çeşitli oksidatif bileşikleri indirgeme yeteneğine sahiptir (159). Beyazlatma sonrası diş dokuları üzerindeki antioksidan etkisi en fazla araştırılan madde, %10'luk sodyum askorbat çözeltisidir. Yüzde 10 konsantrasyonda uygulanan SA'nın, bağlanma dayanımını arttırmada daha yüksek konsantrasyonlardaki SA kadar etkili olduğu ve ağartma materyalinin oksidize edici etkisini nötralize edebildiği bildirilmiştir (157, 160, 161). Biz de çalışmamızda sentetik antioksidan olarak %10' luk SA kullandık.

Lai ve ark. (162) beyazlatmadan sonra %10' luk SA'nın bağlanma dayanımı üzerine etkisini değerlendikleri çalışmalarında beyazlatma ajanlarının etkilerini tamamen tersine çevirmesi için antioksidan uygulama sürelerinin en az beyazlatma süresinin üçte biri oranında olması gerektiğini söylemişlerdir. Biz de 20'ser

dakikadan toplam 60 dakikalık beyazlatma tedavisinden sonra antioksidan ajanları 20 dakika uyguladık.

Freire ve ark. (163) SA' ın dış yüzeyiyle oluşturduğu reaksiyonu anlamak için 10 dakika boyunca farklı zaman dilimlerinde (10dk, 5dk, 1dk) aktiveleştirerek uygulamışlar ve yaklaşık 1 dk içerisinde reaksiyonun en üst seviyeye ulaştığını daha sonra kademeli olarak azaldığını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak antioksidan uygulama sıklığının dış yüzeyiyle temas ettiği toplam süreden daha önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Park ve ark. (164) SA antioksidan solüsyonunun beyazlatılmış dış yüzeylerine pasif şekilde uygulanması halinde, dış yapılarına penetrasyonunun oldukça yavaş gerçekleşeceğini ve basit difüzyon mekanizması nedeniyle zaman alacağını bildirmişlerdir. Bu çalışmalarla uyumlu şekilde bizim çalışmamızda da %10'luk antioksidan solüsyonlar ve remineralizasyon ajanları dakikada bir yenilerek 20 dk boyunca aktif bir şekilde uygulanmıştır.

Sentetik antioksidanların kullanılması ile bağlantı dayanımının artırılması araştırmacıları doğal bitkilerin sahip oldukları antioksidan kapasiteyi araştırmaya yönlendirmiştir. Beyazlatma sonrası yumuşak dokular için güvenli kullanılabilecek, toksik etkisi olmayan ve etkili bir antioksidan protokolü geliştirebilmek için doğal bitki ekstraktlarına odaklanılmıştır (9, 10). SA'nın antioksidan olarak yaygın uygulanmasına rağmen, Savadi ve ark. (165) SA ve peroksit içerikli beyazlatma materyalinin kümülatif etkisinin, mine yüzeylerinde karyojenik mikroorganizmaların (strep.mutans) daha fazla tutulmasına yol açabileceğini göstermişlerdir. Antioksidanlar olarak proantosiyantinlerle birlikte flavonoid bakımından zengin antimikrobial etkinlikte gösterebilen doğal antioksidanların kullanımı daha uygun bir alternatif olarak sunulmaktadır. Literatürde yeşilçay, biberiye, nar kabuğu, üzüm suyu, aleo vera gibi antioksidan özelliği bilinen bitkilerin bağlanma dayanımı üzerinde etkisi ile ilgili çalışmalar mevcuttur. Sharafeddin ve Farshad (87) yaptıkları çalışmada, %10 SA çözeltisi, % 10 nar kabuğu ekstresi, % 10 üzüm çekirdeği ekstresi, % 5 yeşil çay ekstresi ve aloe vera jelinin 10 dakika beyazlatma uygulanmış minede bağlanma dayanımının geri kazanılmasında başarılı olduğunu bildirmişlerdir. *Rhus coriaria* (Sumak) ve *Myrtus communis* (Murt) ekstraktlarının antioksidan özellikleri ile ilgili çalışmalar olmasına karşın beyazlatma

yapılan dişlerde bağlanma dayanımına etkileri ile ilgili literatür çalışmasına rastlanmamıştır (90, 96).

Sumak; organik asitler, proteinler, uçucu yağlar, mineraller, vitaminler ve fenolikler gibi birçok bileşik içermektedir. Bu bileşikler mantar ve bakteriyel enfeksiyonlarının tedavisinden oksidatif süreçlerin geciktirilmesine kadar birçok alanda insan sağlığının iyileştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. *Rhus coriaria*, fenolik bileşikler özellikle de gallik asit ve türevleri bakımından zengin olması nedeniyle önemli bir antioksidan özelliğe sahiptir (166). Murt; yaprakları ve meyvelerinde bulunan uçucu yağlar (terpenoidler, özellikle a-pinen, 1,8-sineol, geranil asetat ve linalool), flavonoidler (kuersetin, kateşin ve mirisetin türevleri ve antosiyaninler), kumarinler, galloil-glukozitler, ellagitanninler, galloil-kinik asitler, kafeik, gallik ve ellagik asitler, yağ asitleri (lineloik, palmitik oleik ve stearik asitler) gibi çeşitli bileşiklerden dolayı birçok biyolojik etkinlik gösterebilir. Antioksidan özelliklerini ana bileşen gruplarından gallik asit türevleri, flavonoller ve türevleri, hidroksibenzoik asitler sağlar. Renkli meyveleri antosiyaninlerde içerir (167).

Bitkilerden elde edilen ekstraktlar saf bileşikten oluşmayıp farklı molekül ağırlıklarına sahip pek çok antioksidan bileşik içerirler. Dolayısıyla bitki ekstrelerinin kullanıldığı çalışmalarda, ekstrelerden hazırlanan solüsyonların molekül ağırlığı ve antioksidan bileşiklerin oranı belirlenememekte ve bu dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Bitki ekstratlarının antioksidan aktivitesi bitkinin hasat zamanına, depolanmasına, ekstraksiyon yöntemine ve kullanılan bitki kısmı gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (168).

Beyazlatmadan sonra diş dokularına uygulanan antioksidanın konsantrasyonu, formu, uygulama süresi ve yöntemi de bağlanma dayanımını arttırmada etkili olan önemli faktörlerdir (6). Çalışmamız da antioksidanların konsantrasyonu belirlenirken, önceki çalışmalardan (162, 163) yola çıkarak %10'luk konsantrasyonlarının kullanılmasına karar verilmiştir (11, 169).

Çeşitli etkenlerle mine yüzeyinde meydana gelen değişimlerin giderilmesi için remineralizasyon ajanlarından yararlanılmaktadır. Remineralizasyon; ağız içinde uygun ortam oluştuğunda kalsiyum ve fosfat gibi minerallerin mine yüzeyine çökmesi süreci olarak tanımlanmaktadır. Goldstein ve ark. (170) HP' in oluşturduğu spesifik olmayan radikallerin sadece kromojenik karbon ürünlerine değil

organik moleküllere de bağlanma potansiyelleri olduğunu ifade etmişler ve bu radikallerin diş minesinde mineral içeriği ve mine morfolojisinde değişime sebep olduklarını bildirilmişlerdir.

Perdigao ve ark. (65) %10' luk KP ile ağartılan mine dokusunda kalsiyum ve fosfor konsantrasyonunda belirgin bir azalma olduğunu, ayrıca hidroksiapatit kristallerinde de yüzeysel morfolojik değişiklikler oluştuğunu tespit etmişlerdir. Beyazlatmadan sonra minenin oksijen konsantrasyonunda belirgin bir değişiklik olmadığını, beyazlatmanın yüzeysel mine kristallerinde morfolojik değişikliklere neden olduğunu, değişen kristallerde elektron geçirgen çekirdeklerin ve çekirdek etrafında materyal kalınlığında azalmanın ortaya çıktığını bulmuşlardır. Bazı araştırmacılar, beyazlatılmış mine-kompozit rezin bağlanma dayanımında meydana gelen azalmayı, artık oksijenden ziyade minedeki mineral kaybı, morfolojik ve organik yapıdaki değişiklikler ile ilişkilendirmişlerdir (171).

Lewinstein ve ark.(172) %35' lik HP ya da KP ile beyazlatılmış minenin mekanik özelliklerinde zayıflama olduğunu ve %0.05'lik florür içeren solüsyon uygulamasıyla geri döndürülebileceğini belirtmişlerdir.

Cunha AG ve ark. (173) %35' lik HP ile yaptıkları çalışmalarında CPP-ACP içeren ajanı grupların birine hiç uygulanmamış, bir gruba beyazlatmadan önce, bir gruba beyazlatmadan sonra ve bir gruba da beyazlatmadan önce ve sonra uygulanmıştır. Sonuç olarak CPP-ACP içeren ajanın beyazlatmadan önce ve sonra uygulanmasının HP'nin mine üzerindeki negatif etkilerini azaltılabildiği ortaya koymuştur.

Remineralizasyon ajanları beyazlatma sonrası genellikle hassasiyeti azaltmak ve minenin kaybettiği sertliği geri kazandırmak amacıyla kullanılmaktadır (12). Bağlanma dayanımına etkileri ile ilgili çalışmalar çok azdır. Bunlardan yola çıkarak çalışmamızda matriks aracılı mineralizasyon sağlayan p11-4 peptit esaslı remineralizasyon ajanının beyazlatma sonrası bağlanma dayanımına etkisi araştırılmıştır (102).

Anterior dişlerde görülen renk, şekil, yapı ve konum bozuklukları estetik açıdan büyük sorunlar yaratmaktadır. Beyazlatma tedavilerinin yetersiz kaldığı durumlarda vestibül yüzeyden renklenmiş dokunun preparasyonu ve üzerinin kompozit rezin ile restorasyonu sık başvuru alan ekonomik uygulamalardandır. Tek

başına kompozit rezin uygulamaları alttan renklenmiş dokuyu yansıtacağından bu tip durumlarda beyazlatma ile birlikte kombine tedavi önerilir (139). Birçok çalışma peroksit içerikli beyazlatma ajanlarının rezin-mine bağlanma dayanımını artık kalan serbest oksijenin rezin infiltrasyonunu ve polimerizasyonunu engellemesi ya da mine ve dentin yüzeyinde gözlenen morfolojik değişiklikler nedeniyle olumsuz etkilediğini göstermiştir. (65, 142).

Beyazlatma sonrasında antioksidan ajanlar, remineralizasyon ajanı ve yüzey preparasyon işlemlerinin yaşlandırma öncesi ve sonrası rezin-mine bağlanma dayanımına etkisini değerlendirdiğimiz çalışmamızın verileri incelendiğinde ‘Beyazlatma sonrası uygulanan farklı yüzey işlemlerinin mine bağlanma dayanımını artırma da etkisi yoktur’ hipotezimiz kısmen rededilmiştir. Termal siklus uygulanmayan gruplarda aşındırma yaptığımız örnekler negatif kontrol grubuna göre istatistiksel olarak daha yüksek bağlanma değerleri göstermiştir. En yüksek bağlanma dayanımı pozitif kontrol gruplarında görülmüştür. Antioksidan ve remineralizasyon ajanı uygulanan gruplar istatistiksel olarak anlamlı olmasa da negatif kontrol gruplarından daha yüksek bağlanma değerleri göstermiştir. 2 hafta tükürükte bekletilen gruplara göre ise bağlanma dayanımları daha düşüktür, farklılık önemli değildir. Termal siklus uygulanan gruplarda en yüksek bağlanma dayanımı 2 hafta yapay tükürükte bekletilen grupta görülürken en düşük bağlanma dayanımı değerleri ise negatif kontrol grubuna aittir. Antioksidan ve remineralizasyon ajanı uygulanan gruplar negatif kontrol grubuna göre bağlanma dayanımını yükseltse de 2 hafta tükürükte bekletilen grubun değerlerine ulaşamamışlardır ve aralarındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir.

Çalışmamızda termal siklus uygulanmayan gruplarda beyazlatma sonrası uygulanan antioksidanlardan en yüksek bağlanma değerini sodyum askorbat (10,85 MPa) gösterirken, termal siklus uygulanan gruplarda en yüksek bağlanma değerini Rhus Coriaria (12,76 MPa) göstermiştir. Antioksidanlar arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlılık göstermemiştir ($p>0,05$).

Kunt ve ark.(174) iki farklı beyazlatma ajanı kullanarak beyazlatma yaptıkları diş minelerine %10'luk sodyum askorbat solüsyonunu 10 dakika uyguladıktan sonra bağlanma dayanımının beyazlatma yapılmayan kontrol grubu kadar olmasa da beyazlatma yapılan gruplara göre arttığını bulmuşlardır. Peroksitler,

organik pigmentlerin moleküler zincirlerinde serbest radikaller vasıtasıyla bir oksidasyon reaksiyonu meydana getirirler, bunun sonucunda zincirler kırılır ve pigmentler renklerini kaybederler. Antioksidanlar, hidrojen peroksitin bozunmasıyla oluşan oksijen gibi serbest radikallerle reaksiyona girerek onları nötralize ederler (174).

Vidhya ve ark. (175) %35 konsantrasyonda hidrojen peroksitle beyazlatma sonrası 10 dakika boyunca %5 konsantrasyonda üzüm çekirdeği ekstresini ve %10 konsantrasyonda sodyum askorbatı diş yüzeyine uygulamışlardır. Sonuç olarak üzüm çekirdeği ekstresi uygulanan dişlerin önemli ölçüde daha yüksek makaslama bağlanma dayanımı değerleri gösterdiğini bildirmişlerdir.

Rana ve ark. (176) beyazlatma sonrası doğal antioksidan olarak uygulanan beyaz çay ve yeşil çayın yapılarında bulunan kateşinlerin yüksek antioksidan potansiyeline bağlı olarak bağlanma dayanımını artırdığını bulmuşlardır.

Khamverdi ve ark. (169) çalışmalarında %40 hidrojen peroksit ile beyazlatma sonrası 1000 µmol epigallokateşin gallat, %10 sodyum askorbat, %10 adaçayı ve %5 üzüm çekirdeği ekstralarının bağlanma değerlerine etkisini araştırmışlar ve bizim çalışmamıza benzer olarak kullanılan tüm antioksidanların negatif kontrol grubuna kıyasla ortalama bağlanma değerlerini yükselttiğini ancak gruplar arasında fark bulunmadığını bildirmişlerdir.

Bansal ve ark. (177) 2 doğal antioksidan (proantosiyanidin ve yeşil çay) ve 2 sentetik antioksidanın (alfa tokoferol ve sodyum askorbat) beyazlatılma sonrası mine-rezin bağlanma dayanımı üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında antioksidan uygulanan grupların sadece beyazlatma yapılan kontrol grubundan anlamlı olarak daha yüksek bağlanma değerleri gösterdiğini ve doğal antioksidanların sentetik antioksidanlardan daha yüksek değerler gösterdiğini bulmuşlardır. Bunun nedenini kullanılan bitkilerin antioksidan kapasitesinin daha yüksek olmasına bağlamışlardır.

Subramanion ve ark. (11) %10'luk sodyum askorbat, %10'luk üzüm çekirdeği ve %10 'luk çam kabuğu ekstresinin beyazlatılmış minede kompozit rezin bağlanma dayanımına etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında antioksidan uygulanan grupların beyazlatma sonrası hemen restore edilen gruplardan anlamlı olarak daha yüksek bağlanma dayanımı gösterdiğini, en yüksek bağlanma dayanımı

değerlerinin ise %10'luk çam kabuğu ekstresi uygulanan gruplarda görüldüğünü bildirmişlerdir.

Nair ve ark. (178) %35 karbamid peroksit jeli ile beyazlatma sonrası antioksidan tedavi olarak %10 sodyum askorbat, %6,5 proantosiyanidin, %50 Aloe vera ekstresi solüsyonlarını 10 dakika boyunca mine yüzeyine uygulamışlar ve sonuç olarak, antioksidanlar kompozit-mine bağlanma dayanımını artırsa da kontrol grubuna göre anlamlı bir fark göstermezken, doğal antioksidan olan %6,5 proantosiyanidin ve %50 aloe vera ekstreleri bağlanma dayanımını %10 sodyum askorbata göre daha fazla arttırdığını bildirmişlerdir.

Termal siklus uygulanan ve uygulanmayan gruplarda sumak ekstresi uygulanan örnekler, murt ekstresi uygulanan örneklerden daha yüksek bağlanma dayanımı göstermiştir. DPPH (1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil radikali) antioksidan analizi, farklı bileşiklerin antioksidan aktivitesini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan hızlı, basit ve ucuz bir yöntemdir. Antioksidan aktivite başlangıçtaki DPPH derişiminin %50'sinin azalması için harcanan antioksidan miktarını (DPPH radikalini süpürme aktivitesi reaksiyonu inhibe etme yüzdesi) ifade eden IC 50 (etkin derişim) değeri ile verilir. IC 50 değeri ne kadar düşükse antioksidanın serbest radikal temizleme aktivitesi o kadar yüksek demektir (179).Yapılan çalışmalarda sumak'ın IC 50 değeri 5,08 - 6,49 µg / mL (180) değer aralığındayken, murt'un IC 50 değeri 1220 µg / mL (181) bulunmuştur. Bu değerler bizim sonuçlarımızı desteklemektedir. Doğal ekstratların antioksidan etkinliği kullanılan çözücüye, bitkinin hasat zamanına ,depolanmasına ,kullanılan bitki kısmına ve ekstraksiyon yöntemi gibi faktörlerden etkilenebilmektedir (168). Bizim çalışmamızda çözücü olarak etanol kullanılmıştır. Antioksidanlar ışık olmayan şişelerde +4 °C' de muhafaza edilip aynı gün kullanılmış ve bitkilerin saflık kontrolleri yapılmıştır.

Çalışmamızda remineralizasyon ajanı bağlanma dayanımını (9,59 MPa ve 8,96 MPa) antioksidanlara benzer şekilde negatif kontrol grubuna göre yükseltmiştir (p>0,05). 2 hafta bekletilen gruplardan ise istatistiksel olarak önemli oranda düşük değerler göstermişlerdir (p<0,05).

Oskoe ve ark. (182) beyazlatma yaptıkları ve yapmadıkları dişlerde CPP-ACP içerikli remineralizasyon ajanının mine-rezin bağlanma dayanımına etkisini 3 farklı self-etch adeziv kullanarak değerlendirdikleri çalışmalarında CPP-ACP

uygulamasının, beyazlatma yapılan ve yapılmayan minede bağlanma dayanımını etkilemediğini söylemişlerdir. Patel ve ark. (183) sığır dişlerini demineralize ettikten sonra farklı remineralizasyon ajanlarının mine bağlanma dayanımına etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında remineralizasyon ajanlarının kırık tipini etkilediğini fakat bağlanma dayanımını etkilemediğini söylemişlerdir.

Memarpour ve ark. (184) mine yüzeylerini %35'lik asit uyguladıktan sonra remineralizasyon için farklı konsantrasyonlarda (%0,03 ve %0,15) nano boyutlu hidroksiapatit kristalleri içeren solüsyonlara daldırmışlar ve nano-hidroksiapatitlerin remineralizasyon ile makaslama bağlanma dayanımına etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak remineralize olan mine örneklerinde nano-hidroksiapatit konsantrasyonu ile orantılı olarak bağlanma dayanımını artırdığını söylemişlerdir.

Curodont Protect koruyucu özelliklere sahip kendi kendine birleşen p11-4 peptidini içerir. Bu ürün polimerik formda bir jel olarak üretilir. Jel diş yüzeyine uygulandığında peptitlerin, yüzey altındaki mikro gözeneklere difüze olduğu ve liflerden 3 boyutlu bir iskeletsel yapı oluşturarak hidroksiapatit'in mineralizasyonunu artırdığı ayrıca de novo hidroksiapatit oluşumu da sağlayarak remineralizasyon oluşturduğu bildirilmiştir (185, 186).

Çalışmamızda yüzeysel mineyi 0,5 mm'lik aşındırıldığımız (Gr 7 ve Gr 15) gruplar (13,57 MPa ve termal siklus olan 13,54 MPa) pozitif kontrol gruplarından ve 2 hafta beklenen gruplardan sonra en yüksek bağlanma dayanımı değerleri göstermiş olup bağlanma dayanımını artırmada diğer bütün yüzey işlemlerinden daha etkili olmuştur.

Cheng ve ark. (187) sığır dişlerini %40'lık hidrojen peroksitle beyazlattıktan hemen sonra mineyi 0,5 mm aşındırıp kompozit rezin uygulamışlardır. Aşındırma yapılan gruplardaki bağlanma dayanımının kontrol grubuna yakın değerler gösterdiğini bildirmişlerdir (187). Diş sert dokularının farklı derinliklerinde bulunan artık serbest radikallerin miktarı veya yapısal değişiklikler hakkında hiçbir bilgi bulunmaması nedeniyle beyazlatmaya bağlı değişikliklerin öncelikle mine yüzeyinde meydana gelen değişikliklerden dolayı olduğunu düşünmüşlerdir. Beyazlatmanın neden olduğu artık oksijen ve yapısal değişikliklerin minenin aşındırılmasıyla bir dereceye kadar ortadan kaldırılabileceğini ifade etmişlerdir.

Beyazlatma sonrası bağlanma mukavemetindeki azalmanın en çok beyazlatma sonrası diş dokusunda kalan artık oksijen radikallerinin rezin polimerizasyonunu engellemesi olduğu ileri sürülse de (5) Rostein ve ark. (55) beyazlatma maddelerinin pH'ı nedeniyle diş yüzeyinde kalsiyum, fosfor ve potasyum kaybının meydana geldiğini, Hedeges ve ark.(153) bu tür kayıpların minde yapısal değişikliklere yol açarak kompozit rezinin dişe bağlanma dayanımını azalttığını bildirmişlerdir.

Pertigao ve ark. (65) Enerji Dispersiv Spektrum (EDS) analiziyle yaptıkları çalışmalarında karbomit peroksitle yapılan beyazlatmanın mine yapısında (1-5 µm derinliğinde) oksijen konsantrasyonunda değişiklik oluşturmadığını söylemişlerdir. Farklı analiz teknikleri kullanılarak yapılan başka bir çalışmada HP ile yapılan beyazlatmada da mine yüzeyinde oksijen birikimi olmadığı görülmüştür (188). Sonuç olarak beyazlatma sonrası azalan rezin-mine bağlanma dayanımının nedeni geride kalan serbest oksijenin rezin infiltrasyonunu ve polimerizasyonu engellenmesiyle ilgili olmayabileceğini ama dentinin oksijen deposu olarak görev yaptığı için dentinde azalan bağlanma dayanımının oksijen birikimiyle ilgili olabileceğini söylemişlerdir (189). Diğer bazı çalışmalarda, bağ kuvvetlerindeki azalmaya mine yüzeyinde kalan peroksit türevli maddelerin interprizmatik bölgelere penetrasyonu ve burada maruz kalma süreleri sorumlu tutulmuştur (171). Pertigao ve ark. (65) yaptıkları çalışmalarında beyazlatma yapılan ve yapılmayan örneklerin SEM görüntülerini incelediklerinde beyazlatma yapılmayan mine prizmalarındaki kristallerin karakteristik düzgün bir sıralama gösterdiğini, beyazlatma yapılan mine de bu kristallerin hizasının bozulduğunu, kısa ve rastgele dağılım gösterdiğini söylemişlerdir. Seghi ve ark. (190) beyazlatma sonrasında peroksit radikallerinin organik yapıda değişikliklere neden olduğunu bunun da kristal yapıyı dolayısıyla minenin mekanik özelliklerini etkilediğini bildirmişlerdir.

Literatür incelendiğinde; ertelenmiş restorasyon gruplarındaki bağlanma dayanımlarının artarak istatistiksel olarak kontrol grubuna benzer düzeye ulaşabildiği görülmektedir. Bizim çalışmamızda 14 gün bekleme süresinden sonra kompozit uygulanan gruplar pozitif kontrol grubu ile benzer bağlanma dayanımı göstermişlerdir.

Mazaheri ve ark. (191) %9,5'luk HP ile beyazlattıkları minede, kompozit rezin ve rezin modifiye cam iyonmer restoratif materyalleri için bağlanma dayanımını arttırmada, 1 haftalık restorasyon erteleme süresinin yeterli olduğunu bildirmişlerdir.

Ünlü ve ark. (192) % 10'luk KP ve %35'lik HP uygulamalarının kompozit rezin-mine bağlanma dayanımını önemli ölçüde düşürdüğünü bununla birlikte CP örneklerinde 24 saat bekletilen grupta, %35'lik HP örneklerinde ise 7 gün bekletilen grupta bağlanma dayanımının beyazlatma uygulanmamış mine-kompozit rezin bağlanma dayanımına yakın değerler gösterdiğini bulmuşlardır.

Bittencourt ve ark. (193) %35'lik HP ile ağartılan mine örneklerine yapılacak restorasyonları 7 gün, 14 gün ve 21 gün ertelemişler ve bekleme süreleri sonunda bağlanma dayanımını karşılaştırmalı olarak değerlendirmişlerdir. 7 ve 14 günlük restorasyon erteleme süreleri, rezin-mine bağlanma dayanımını kontrol grubu düzeyine ulaştıramamışken, 21 gün ertelemenin bağlanma dayanımını kontrol grubuna benzer düzeye ulaştırdığını bildirmişlerdir.

Bizim çalışmamızda restorasyon yapılması için 14 gün beklenen gruplar negatif kontrol gruplarından ve yüzey işlemi yapılan gruplardan daha yüksek değer göstermiştir ve değerleri pozitif kontrol gruplarına yakındır. Bu durum hidrojen peroksit ile yapılan beyazlatma tedavilerinde, apatit kristallerindeki hidroksil radikallerinin peroksit iyonları ile yer değiştirmesi sonucu oluşan peroksit-apatit formunun iki haftalık bekleme süresinden sonra, ayrışması ile hidroksil radikallerinin yeniden apatit kristallerine girerek, peroksit iyonlarının neden olduğu yapısal değişikliklerin ortadan kaldırılması ile açıklanabilir (194). Beyazlatılmış diş dokularında mahsur kalan serbest radikaller ve artık oksijen zaman içerisinde ortama salınarak yapıdan uzaklaştığından bağlanma dayanımında görülen azalma geçicidir ve uygun süre beklenildiğinde normale dönmektedir (195)

Çalışmamızda termal siklus uygulanan ve uygulanmayan gruplar karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır. Cheng ve ark. beyazlatmadan sonra mineyi 0,5 mm'lik aşındırdıkları çalışmalarında termal siklusun bizim çalışmamızda olduğu gibi anlamlı bir fark oluşturmadığını söylemişlerdir (187).

Dias ve ark. (196) ideal bir bağlanma testinde kırılma tiplerinin bağlanma ara yüzeyinde olması gerektiğini, test için uygulanan kuvvetlerin dişte veya adeziv tabakaya doğru değil, bağlanma ara yüzeyine doğru yönlendirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Araştırmaya göre kırık tipinin adeziv içerisinde olması, bağlanma dayanımını artıracak şekilde materyalle diş yüzeyi arasındaki kimyasal reaksiyonların daha iyi gerçekleştiğinin göstergesidir. Koheziv kırılma, materyalin fiziksel özelliklerinin bağlanma dayanımını sınırlandırdığının göstergesidir. Koheziv başarısızlıklar, uygulanan kuvvetin uniform olmadığını ya da bağlanma dayanımının, materyalin koheziv dayanıklılığından daha yüksek olduğunu gösterebilir. Türkün ve Kaya (145) makaslama testine tabi tuttıkları örneklerle ait kopma yüzeylerini stereomikroskop ve SEM’ de incelemişler ve beyazlatma sonrası hemen restorasyon yapılan gruplarda oluşan kopma yüzeyinde pörözlü ve granular bir yapı gözlemlemişlerdir. Hemen restorasyon yapılan gruplarda daha fazla adeziv tip kopma gözlenmiştir. Bizim çalışmamızda da beyazlatma yapılan gruplarda kırılma tipleri değerlendirildiğinde termal siklus olan ve olmayan negatif kontrol gruplarında termal siklus uygulanan aşındırma gruplarında daha fazla adeziv kırılma olduğu görülmüştür. Beyazlatma ajanlarının sert doku yüzeyinde meydana getirdikleri yapısal değişikliklerin adezyon ara yüzeyindeki bağlantının zayıflamasına ve kopma tipinin yüksek oranla adeziv kopma olmasına sebep olduğu düşünülmektedir.

6.SONUÇ VE ÖNERİLER

- Çalışmamızda termal siklus uygulanmayan gruplarda en yüksek bağlanma dayanımı değerleri beyazlatmanın yapılmadığı pozitif kontrol grubunda (Gr 1) görülürken, termal siklus uygulanan gruplarda en yüksek bağlanma değeri 2 hafta yapay tükürükte bekletildikten sonra restorasyonun yapıldığı grupta (Gr 16) görülmüştür.
- Termal siklus olan ve olmayan gruplarda en düşük bağlanma değerleri sadece beyazlatma yapılan negatif kontrol gruplarında (Gr 2, Gr 10) görülmüştür.
- Beyazlatma sonrası uygulanan bütün yüzey işlemleri termal siklus olan ve olmayan gruplarda bağlanma dayanımı değerlerini artırmıştır.
- Beyazlatma sonrası azalan bağlanma dayanımını termal siklus uygulanan ve uygulanmayan gruplarda en fazla 2 hafta yapay tükürükte bekletme artırmıştır.
- Beyazlatma sonrası uygulanan farklı yüzey işlemlerinden mine yüzeyinin aşındırılması (Gr 7, Gr 15) bağlanma dayanımını en fazla artıran yöntem olmuştur. Termal siklus uygulanmayan gruplarda aşındırma yapılan grup (Gr 7), negatif kontrol (Gr 2) grubundan anlamlı olarak daha yüksek bağlanma değerleri göstermiştir.
- Termal siklus uygulanmayan gruplarda sentetik (Gr 3) ve doğal antioksidanlar (Gr 4 ve Gr 5) birbirine çok yakın bağlanma değerleri göstermiştir.
- Termal siklus uygulanan gruplarda doğal antioksidanlar (Gr 12 ve Gr 13), sentetik antioksidandan (Gr 11) istatistiksel olarak anlamlı olmasa da daha yüksek değerler göstermiştir.
- Beyazlatma sonrası remineralizasyon ajanı uygulaması bağlanma dayanımını negatif kontrol grubuna göre bir miktar arttırsa da diğer gruplardan aşağıda kalmıştır (Gr 6, Gr 14).
- Termal siklus uygulanması her bir grup için bağlanma dayanımı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik oluşturmamıştır.
- Sonuç olarak, çalışmamız sınırları içerisinde beyazlatma sonrası azalan bağlanma dayanımı değerlerini belli oranda geri döndürmek, doğal ve

sentetik antioksidan ajan uygulamaları ile mümkündür. Ancak bağlanma dayanımındaki bu artış minenin gerçek bağlanma dayanımı ya da 2 hafta restorasyonun ertelendiği bağ değerlerine ulaşamamıştır. Bununla birlikte minenin yüzeyel olarak aşındırılması restorasyonu 2 hafta ertelemeye alternatif bir yöntem olabilir.

- Bu konuda daha güçlü antioksidan özelliği olan farklı bitkilerin kullanıldığı ağız içi koşulların daha iyi taklit edildiği in vitro çalışmalara ihtiyaç vardır.



7.KAYNAKÇA

1. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. J Dent, 32 Suppl 1: p. 3-12, 2004.
2. Lee SS, Zhang W, Lee DH , Li Y. Tooth whitening in children and adolescents: a literature review. Pediatr Dent, 27(5): p. 362-8, 2005.
3. Kihn PW. Vital tooth whitening. Dent Clin North Am, 51(2): p. 319-31, viii, 2007.
4. Haywood VB. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. Quintessence Int, 23(7): p. 471-88, 1992.
5. Dishman MV, Covey DA , Baughan LW. The effects of peroxide bleaching on composite to enamel bond strength. Dent Mater, 10(1): p. 33-6, 1994.
6. Sasaki RT, Flório FM , Basting RT. Effect of 10% sodium ascorbate and 10% alpha-tocopherol in different formulations on the shear bond strength of enamel and dentin submitted to a home-use bleaching treatment. Oper Dent, 34(6): p. 746-52, 2009.
7. Kaya AD ve Türkün M. Reversal of dentin bonding to bleached teeth. Oper Dent, 28(6): p. 825-9, 2003.
8. Zanconato-Carvalho EM, Bruniera JF, Faria NS, Colucci V , Messias DC. Impact of intracoronal dentin treatment prior to bleaching on bond strength of restorative materials. Braz Dent J, 25(6): p. 519-23, 2014.
9. Ozelin AA, Guiraldo RD, Carvalho RV, Lopes MB , Berger SB. Effects of green tea application time on bond strength after enamel bleaching. Braz Dent J, 25(5): p. 399-403, 2014.
10. Sharafeddin F ve Farshad F. The Effect of Aloe Vera, Pomegranate Peel, Grape Seed Extract, Green Tea, and Sodium Ascorbate as Antioxidants on the Shear Bond Strength of Composite Resin to Home-bleached Enamel. J Dent (Shiraz), 16(4): p. 296-301, 2015.
11. Subramonian R, Mathai V, Christaine Angelo JB , Ravi J. Effect of three different antioxidants on the shear bond strength of composite resin to bleached enamel: An in vitro study. J Conserv Dent, 18(2): p. 144-8, 2015.

12. Chen HP, Chang CH, Liu JK, Chuang SF , Yang JY. Effect of fluoride containing bleaching agents on enamel surface properties. *J Dent*, 36(9): p. 718-25, 2008.
13. Barghi N ve Godwin JM. Reducing the adverse effect of bleaching on composite-enamel bond. *J Esthet Dent*, 6(4): p. 157-61, 1994.
14. Braga RR, Meira JB, Boaro LC, Xavier TA. Adhesion to tooth structure: a critical review of "macro" test methods. *Dent Mater*, 26(2): p. e38-49, 2010.
15. Longman C ve Pearson G. Variations in tooth, surface temperature in the oral cavity during fluid intake. *Biomaterials*, 8(5): p. 411-414, 1987.
16. Kwon SR ve Wertz PW. Review of the Mechanism of Tooth Whitening. *J Esthet Restor Dent*, 27(5): p. 240-57, 2015.
17. Watts A ve Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J*, 190(6): p. 309-16, 2001.
18. Swift Jr E ve Perdigao J. Effects of bleaching on teeth and restorations. *Compendium of continuing education in dentistry*, 19(8): p. 815-20; quiz 822, 1998.
19. Haywood VB. Current status of nightguard vital bleaching. *Compendium*, 21(28): p. S10-S17, 2000.
20. Karadaş M ve Seven N. Vital dişlerde beyazlatma. *Atatürk univ. diş hekim. fak. derg.*, 24(3): p. 126-135, 2014.
21. Sulieman M, Addy M, Macdonald E, Rees J. The bleaching depth of a 35% hydrogen peroxide based in-office product: a study in vitro. *J Dent*, 33(1): p. 33-40, 2005.
22. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent*, 34(7): p. 412-9, 2006.
23. Sulieman M. An overview of bleaching techniques: I. History, chemistry, safety and legal aspects. *Dent Update*, 31(10): p. 608-10, 612-4, 616, 2004.
24. Dahl JE ve Pallesen U. Tooth bleaching--a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med*, 14(4): p. 292-304, 2003.

25. Ito Y ve Momoi Y. Bleaching using 30% hydrogen peroxide and sodium hydrogen carbonate. *Dent Mater J*, 30(2): p. 193-8, 2011.
26. Stewart GG. Bleaching discolored pulpless teeth. *The Journal of the American Dental Association*, 70(2): p. 325-328, 1965.
27. Abbot C. Bleaching discolored teeth by means of 30% perhydrol and the electric light rays. *J Allied Dent Soc*, 13: p. 259, 1918.
28. Greenwall L, *Bleaching techniques in restorative dentistry: An illustrated guide*. 1st ed. CRC Press. 24-31, 2001.
29. Ontiveros JC. In-office vital bleaching with adjunct light. *J Dental Clinics*, 55(2): p. 241-253, 2011.
30. Goldberg M, Grootveld M , Lynch E. Undesirable and adverse effects of tooth-whitening products: a review. *Clin Oral Investig*, 14(1): p. 1-10, 2010.
31. Sulieman MA. An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Periodontol 2000*, 48: p. 148-69, 2008.
32. Briso AL, Lima A, Gonçalves R, Gallinari M , Santos Pd. Transenamel and transdentinal penetration of hydrogen peroxide applied to cracked or microabraded enamel. *Operative dentistry*, 39(2): p. 166-173, 2014.
33. Briso ALF, Rahal V, Gallinari MO, Soares DG , de Souza Costa CA, *Complications from the use of peroxides, in Tooth Whitening, Editor^Editors., Springer*. p. 45-79, 2016.
34. Çelik Ç. Diş Renklenmelerinin Tedavisi. *Türkiye Klinikleri J Restor Dent-Special Topics*, 3(2): p. 104-12, 2017.
35. Attin T, Hannig C, Wiegand A , Attin R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations--a systematic review. *Dent Mater*, 20(9): p. 852-61, 2004.
36. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH , Somma F. Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *J Endod*, 34(4): p. 394-407, 2008.

37. Joshi SB. An overview of vital teeth bleaching. *Journal of interdisciplinary dentistry*, 6(1): p. 3, 2016.
38. Fasanaro TS. Bleaching teeth: history, chemicals, and methods used for common tooth discolorations. *J Esthet Restor Dent.*, 4(3): p. 71-78, 1992.
39. Dahl J ve Pallesen U. Tooth bleaching a critical review of the biological aspects. *Critical Reviews in Oral Biology Medicine*, 14(4): p. 292-304, 2003.
40. Rotstein I, Mor C, Friedman S. Prognosis of intracoronal bleaching with sodium perborate preparation in vitro: 1-year study. *J Endod*, 19(1): p. 10-2, 1993.
41. Ari H ve Ungör M. In vitro comparison of different types of sodium perborate used for intracoronal bleaching of discoloured teeth. *Int Endod J*, 35(5): p. 433-6, 2002.
42. Rodrigues JA, Oliveira GPF, Amaral CM. Effect of thickener agents on dental enamel microhardness submitted to at-home bleaching. *Brazilian oral research*, 21(2): p. 170-175, 2007.
43. Sagel P, Odioso L, McMillan D, Gerlach R. Vital tooth whitening with a novel hydrogen peroxide strip system: design, kinetics, and clinical response. *Compendium of continuing education in dentistry. Supplement*, (29): p. S10-5; quiz S42, 2000.
44. Koruk D ve Kırzioğlu Z. Çocuklar ve Gençlerde Diş Beyazlatma İşlemlerine Yaklaşım –Derleme Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, (3): p. 44-53, 2010.
45. Kayalidere EE. Ofis Tipi Diş Beyazlatma. *Türkiye Klinikleri*, 1. Baskı: p. 15-21, , 2020.
46. Blankenau R, Goldstein R, Haywood VB. The current status of vital tooth whitening techniques. *Compendium of continuing education in dentistry*, 20(8): p. 781-4, 786, 788 passim; quiz 796, 1999.
47. He LB, Shao MY, Tan K, Xu X, Li JY. The effects of light on bleaching and tooth sensitivity during in-office vital bleaching: a systematic review and meta-analysis. *J Dent*, 40(8): p. 644-53, 2012.
48. Barutçugil Ç. Ev tipi diş beyazlatma. *Türkiye Klinikleri*, 1. Baskı: p. 30-42, 2020

49. Gönder HY, Aykor AA. Beyazlatma Materyalleri ve Endikasyonları. Türkiye Klinikleri, 1. Baskı: p. p.8-14., 2020.
50. Perdigão J, Loguercio AD, Reis A, Araújo E. At-home tooth whitening. Tooth Whitening: p. 101-143, 2016.
51. Atalayın Özkaya Ç, Türkün LŞ. Beyazlatma tedavisinin kontraendikasyonları ve yan etkileri. Türkiye Klinikleri, 1.Baskı: p. p.72-7, 2020.
52. Haywood VB, Leech T, Heymann HO, Crumpler D , Bruggers K. Nightguard vital bleaching: effects on enamel surface texture and diffusion. Quintessence Int, 21(10): p. 801-4, 1990.
53. Bitter NC. A scanning electron microscopy study of the effect of bleaching agents on enamel: a preliminary report. J Prosthet Dent, 67(6): p. 852-855, 1992.
54. Sulieman M, Addy M, Macdonald E , Rees J. 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): p. 581-590, 2004.
55. Rotstein I, Dankner E, Goldman A, Heling I, Stabholz A ,Zalkind M. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. J Endod, 22(1): p. 23-26, 1996.
56. Alqahtani MQ. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. Saudi Dent J , 26(2): p. 33-46, 2014.
57. Rotstein I, Lehr Z, Gedalia I. Effect of bleaching agents on inorganic components of human dentin and cementum. J Endod, 18(6): p. 290-3, 1992.
58. Faraoni-Romano JJ, Turssi CP, Serra MC. Effect of a 10% carbamide peroxide on wear resistance of enamel and dentine: in situ study. J Dent, 37(4): p. 273-278, 2009.
59. Hanks CT, Fat JC, Wataha JC, Corcoran JF. Cytotoxicity and dentin permeability of carbamide peroxide and hydrogen peroxide vital bleaching materials, in vitro. J Dent Res, 72(5): p. 931-8, 1993.
60. Kara HB, Aykent F, Ozturk B. The effect of bleaching agents on the color stability of ceromer and porcelain restorative materials in vitro. Oper Dent, 38(1): p. E1-8, 2013.

61. Bueno RP, Salomone P, Villetti MA, Pozzobon RT. Effect of bleaching agents on the fluorescence of composite resins. *Eur J Esthet Dent*, 8(4): p. 582-91, 2013.
62. Cavalli V, de Carvalho RM, Giannini M. Influence of carbamide peroxide-based bleaching agents on the bond strength of resin-enamel/dentin interfaces. *Braz Oral Res*, 19(1): p. 23-9, 2005.
63. Barcellos DC, Benetti P, Fernandes Jr VV, Valera MC. Effect of carbamide peroxide bleaching gel concentration on the bond strength of dental substrates and resin composite. *Oper Dent*, 35(4): p. 463-9, 2010.
64. Sundfeld RH, Briso AL, De Sá PM, Sundfeld ML, Bedran-Russo AK. Effect of time interval between bleaching and bonding on tag formation. *Bull Tokyo Dent Coll*, 46(1-2): p. 1-6, 2005.
65. Perdigão J, Francci C, Swift Jr EJ, Ambrose WW, Lopes M. Ultra-morphological study of the interaction of dental adhesives with carbamide peroxide-bleached enamel. *Am J Dent*, 11(6): p. 291-301, 1998.
66. Türkün M ve Kaya A. Effect of 10% sodium ascorbate on the shear bond strength of composite resin to bleached bovine enamel. *J Oral Rehabil*, 31(12): p. 1184-1191, 2004.
67. Feiz A, Mosleh H, Nazeri R. Evaluating the effect of antioxidant agents on shear bond strength of tooth-colored restorative materials after bleaching: a systematic review. *J. Mech. Behav. Biomed. Mater*, 71: p. 156-164, 2017.
68. Torres CRG, Koga AF, Borges AB. The effects of anti-oxidant agents as neutralizers of bleaching agents on enamel bond strength. *Braz J Oral Sci*, 5(16): p. 971-976, 2006.
69. Xu Y, Zhou J, Tan J. Use of grape seed extract for improving the shear bond strength of total-etching adhesive to bleached enamel. *Dent Mater J*, 37(2): p. 325-331, 2018.
70. Battino M, Ferreiro MS, Fattorini D, Bullon P. In vitro antioxidant activities of mouthrinses and their components. *J Clin Periodontol*, 29(5): p. 462-7, 2002.

71. Sung EC, Chan SM, Mito R, Caputo AA. Effect of carbamide peroxide bleaching on the shear bond strength of composite to dental bonding agent enhanced enamel. *J Prosthet Dent*, 82(5): p. 595-9, 1999.
72. Karabulut H ve Gülay MŞ. Serbest radikaller. *Mehmet Akif Ersoy University Journal of Health Sciences Institute*, 4(1): p., 2016.
73. Pham-Huy LA, He H, Pham-Huy C. Free radicals, antioxidants in disease and health. *Int J Biomed Sci*, 4(2): p. 89, 2008.
74. Altınışik M. Serbest oksijen radikalleri ve antioksidanlar. *Tıp Fakültesi Biyokimya ADÜ Tıp Fakültesi, Biyokimya AD., Aydın: p., 2000.*
75. Büyükuslu N ve Yiğitbaşı T. Reaktif oksijen türleri ve obezitede oksidatif stres. *J Clin Exp Health Sci*, 5(3): p. 197-203, 2015.
76. Pisoschi AM ve Pop A. The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. *Eur J Med Chem*, 97: p. 55-74, 2015.
77. Min DB ve Boff JM. Chemistry and Reaction of Singlet Oxygen in Foods. *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 1(2): p. 58-72, 2002.
78. Frankel EN ve Meyer AS. The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. *J. Sci. Food Agric.*, 80(13): p. 1925-1941, 2000.
79. Karabulut H ve Gülay MŞ. Antioksidanlar. *Veterinary Journal of Mehmet Akif Ersoy University*, 1(1): p. 65-76, 2016.
80. Nagarajappa AK, Pandya D, Ravi K. Role of free radicals and common antioxidants in oral health, an update. *Journal of Advances in Medicine Medical Research*: p. 1-12, 2015.
81. Perchyonok V ve Grobler S. Tooth-bleaching: mechanism, biological aspects and antioxidants. *Int J Dent Oral Health*, 1(3): p. 1-7, 2015.
82. Patel S, Hans MK, Chander S, Ahluwalia AS. Antioxidants in Endodontics: A Strategic Review. *J Clin Diagn Res*, 9(5): p. Ze12-5, 2015.

83. Gökçe B, Cömlekoğlu ME, Ozpınar B, Türkün M, Kaya AD. Effect of antioxidant treatment on bond strength of a luting resin to bleached enamel. *J Dent*, 36(10): p. 780-5, 2008.
84. Torres CRG, Koga AF, Borges AB. The effects of anti-oxidant agents as neutralizers of bleaching agents on enamel bond strength. *Braz J Oral Sci*, 5(16): p. 971-976, 2006.
85. Güler E, Gönülol N, Özyılmaz ÖY, Yücel AÇ. Effect of sodium ascorbate on the bond strength of silorane and methacrylate composites after vital bleaching. *Braz Oral Res*, 27: p. 299-304, 2013.
86. Xavier ACC, Gomes APM, Da Silva EG, e Assis LNdS, Pagani C. Effect of sodium ascorbate on composite resin bond strength to bleached teeth. *Revista Odonto Ciência*, 29(4): p. 110-113, 2014.
87. Sharafeddin F ve Farshad F. The effect of aloe vera, pomegranate peel, grape seed extract, green tea, and sodium ascorbate as antioxidants on the shear bond strength of composite resin to home-bleached enamel. *J. Dent*, 16(4): p. 296, 2015.
88. Fernandes F, Ramalhosa E, Pires P, Verdial J, Valentão P, Andrade P ve ark. Vitis vinifera leaves towards bioactivity. *J Industrial crops products*, 43: p. 434-440, 2013.
89. Shavandi A, Bekhit AEA, Saeedi P, Izadifar Z, Bekhit AA ,Khademhosseini A. Polyphenol uses in biomaterials engineering. *Biomaterials*, 167: p. 91-106, 2018.
90. Yeğin SÇ. Farklı yörelere ait sumak (*Rhus Coriaria* L.) ekşisinin antioksidan kapasitesinin belirlenmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2): p. 35-39, 2017.
91. Nichenametla SN, Taruscio TG, Barney DL, Exon JH. A review of the effects and mechanisms of polyphenolics in cancer. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 46(2): p. 161-83, 2006.
92. Yücel E, Tapırdamaz A, Öztürk AS, Yılmaz G , Ak A. Determining the usage ways and nutrient contents of some wild plants around Kisecik Town (Karaman/Turkey). *Biodivers. Conserv*, p. 2011.
93. Kosar M, Bozan B, Temelli F , Baser K. Antioxidant activity and phenolic composition of sumac (*Rhus coriaria* L.) extracts. *J Food chemistry*, 103(3): p. 952-959, 2007.

94. Karamanoğlu K. Farmasötik botanik ders kitabı, in, Editor^Editors. Ankara: Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi. p.24,1977.
95. Arslan Ş. Deneysel Hipertansiyonda *Myrtus Communis*' in Böbrek, Kalp Ve Aort Dokuları Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi (Turkey). 129s, 2019.
96. Pereira P, Cebola M-J , Bernardo-Gil MG. Comparison of antioxidant activity in extracts of *Myrtus communis* L. obtained by SFE vs. solvent extraction. J. Environ. Health Sci. Eng, 1(1A): p., 2012.
97. Aleksic V ve Knezevic P. Antimicrobial and antioxidative activity of extracts and essential oils of *Myrtus communis* L. J Microbiological research, 169(4): p. 240-254, 2014.
98. Serce S, Ercisli S, Sengul M, Gunduz K , Orhan E. Antioxidant activities and fatty acid composition of wild grown myrtle (*Myrtus communis* L.) fruits. J Pharmacognosy magazine, 6(21): p. 9, 2010.
99. Daloğlu M, Güzel KGU. Remineralizasyon Ajanları. Türkiye Klinikleri. Dishekimligi Bilimleri Dergisi, 24(3): p. 230-238, 2018.
100. China AL, Souza NM, de L Gomes YdS, Alexandrino LD , Silva CM. Effect of fluoride gels on microhardness and surface roughness of bleached enamel. The open dentistry journal, 8: p. 188, 2014.
101. Brunton PA, Davies RP, Burke JL, Smith A, Aggeli A, Brookes SJ, ve ark. Treatment of early caries lesions using biomimetic self-assembling peptides--a clinical safety trial. Br Dent J, 215(4): p. E6, 2013.
102. Alkilzy M, Santamaria RM, Schmoedel J , Splieth CH. Treatment of Carious Lesions Using Self-Assembling Peptides. Adv Dent Res, 29(1): p. 42-47, 2018.
103. Kirkham J, Firth A, Vernals D, Boden N, Robinson C, Shore RC ve ark. Self-assembling peptide scaffolds promote enamel remineralization. J Dent Res, 86(5): p. 426-30, 2007.
104. Kyle S, Aggeli A, Ingham E, McPherson MJ. Recombinant self-assembling peptides as biomaterials for tissue engineering. Biomaterials, 31(36): p. 9395-405, 2010.

105. Aggeli A, Bell M, Boden N, Keen JN, Knowles PF, McLeish TC ve ark. Responsive gels formed by the spontaneous self-assembly of peptides into polymeric beta-sheet tapes. *Nature*, 386(6622): p. 259-62, 1997.
106. Dayangaç B, Kompozit rezin restorasyonlar. Güneş Kitabevi, s 21-38, 2000.
107. Nanci A, Ten Cate's Oral Histology-e-book: development, structure, and function.Elsevier Health Sciences. p 1-5, 2017.
108. Arhun N. Adezyon ve Adeziv Sistemler. *Türkiye Klinikleri J Restor Dent-Special Topics*, 3(3): p. 113-27, 2017.
109. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*, 34(6): p. 849-53, 1955.
110. Van Noort R ve Barbour M. Introduction to Dental Materials-E-Book. Elsevier Health Sciences. p 113-127, 2014.
111. Tay FR ve Pashley DH. Have dentin adhesives become too hydrophilic? *J Can Dent Assoc*, 69(11): p. 726-732, 2003.
112. Silveira de Araújo C, Incerti da Silva T, Ogliari FA, Meireles SS, Piva E ,Demarco FF. Microleakage of seven adhesive systems in enamel and dentin. *J Contemp Dent Pract*, 7(5): p. 26-33, 2006.
113. Sakaguchi RL ve Powers JM. Craig's restorative dental materials-e-book. Elsevier Health Sciences. p 30-70, 2012.
114. Nakabayashi N ve Takarada K. Effect of HEMA on bonding to dentin. *Dent Mater*, 8(2): p. 125-30, 1992.
115. Swift Jr E. Dentin/enamel adhesives: review of the literature. *Pediatr Dent*, 24(5): p. 456-61, 2002.
116. Eren D, Bektaş Ö. Dental adezivler. *Cumhuriyet Dental Journal*, 9: p. p 63-67, 2006.
117. Tay FR, Pashley DH, Kapur RR, Carrilho MR, Hur YB, Garrett LV ve ark. Bonding BisGMA to dentin--a proof of concept for hydrophobic dentin bonding. *J Dent Res*, 86(11): p. 1034-9, 2007.

118. Erickson RL, Barkmeier WW, Latta MA. The role of etching in bonding to enamel: a comparison of self-etching and etch-and-rinse adhesive systems. *Dent Mater*, 25(11): p. 1459-67, 2009.
119. Vaidyanathan T, Vaidyanathan J. Recent advances in the theory and mechanism of adhesive resin bonding to dentin: a critical review. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, 88(2): p. 558-578, 2009.
120. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, ve ark. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*, 28(3): p. 215-235, 2003.
121. Cardoso PE, Sadek FT, Goracci C, Ferrari M. Adhesion testing with the microtensile method: effects of dental substrate and adhesive system on bond strength measurements. *J Adhes Dent*, 4(4): p. 291-7, 2002.
122. Bouillaguet S, Gysi P, Wataha JC, Ciucchi B, Cattani M, Godin C, ve ark. Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. *J Dent*, 29(1): p. 55-61, 2001.
123. Van Landuyt K, De Munck J, Coutinho E, Peumans M, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding to dentin: smear layer and the process of hybridization, in *Dental hard tissues and bonding*, Editor^Editors., Springer. p. 89-122, 2005.
124. Cardoso PE, Braga RR, Carrilho MR. Evaluation of micro-tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. *Dent Mater*, 14(6): p. 394-8, 1998.
125. Green BG. Oral perception of the temperature of liquids. *Perception psychophysics*, 39(1): p. 19-24, 1986.
126. El-Araby AM ve Talic YF. The effect of thermocycling on the adhesion of self-etching adhesives on dental enamel and dentin. *J Contemp Dent Pract*, 8(2): p. 17-24, 2007.
127. Morresi AL, D'Amario M, Capogreco M, Gatto R, Marzo G, D'Arcangelo C ve ark. Thermal cycling for restorative materials: does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *J Mech Behav Biomed Mater*, 29: p. 295-308, 2014.
128. Gale M ve Darvell B. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent*, 27(2): p. 89-99, 1999.

129. Amaral FL, Colucci V, Palma-Dibb RG , Corona SA. Assessment of in vitro methods used to promote adhesive interface degradation: a critical review. J. Esthet. Dent., 19(6): p. 340-353, 2007.
130. Altay N, Akça T. Invitro bağlantı kuvveti ölçme testlerinin değerlendirilmesi. J HÜ Diş Hek Fak Derg, 26: p. 32-38, 2002.
131. Kitasako Y, Burrow M, Katahira N, Nikaido T , Tagami J. Shear bond strengths of three resin cements to dentine over 3 years in vitro. J Dent, 29(2): p. 139-144, 2001.
132. Shimada Y, Yamaguchi S, Tagami J. Micro-shear bond strength of dual-cured resin cement to glass ceramics. Dent. Mater. J, 18(5): p. 380-388, 2002.
133. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, ve ark. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. Dent Mater, 26(2): p. e100-21, 2010.
134. ISO I. TS 11405: Dental materials testing of adhesion to tooth structure. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization ISO Central Secretariat: p., 2003.
135. Price RB ve Hall GC. In vitro comparison of 10-minute versus 24-hour shear bond strengths of six dentin bonding systems. Quintessence Int, 30(2): p. 122-34, 1999.
136. Perdigao J, Swift E, Walter R. Fundamental concepts of enamel and dentin adhesion. Sturdevant's Art Science of Operative Dentistry: p. 114-140, 2014.
137. Samorodnitzky-Naveh GR, Geiger SB, Levin L. Patients' satisfaction with dental esthetics. J Am Dent Assoc, 138(6): p. 805-808, 2007.
138. Kothari S, Gray AR, Lyons K, Tan XW, Brunton PA. Vital bleaching and oral-health-related quality of life in adults: A systematic review and meta-analysis. J Dent, 84: p. 22-29, 2019.
139. Kargı S, Sancak Eİ, Özel HE. Renkleşmelerin kombine tedavi teknikleri. Türkiye Klinikleri; Ankara; 1. Baskı(Diş Beyazlatma): p.56-65, 2020.

140. Çobankara KF, Ünlü N, Özer F. Office-bleaching sonrası geçen sürenin kompozit rezinin mineye bağlanma etkisi. Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 21(3): p. 167-172, 2004.
141. García-Godoy F, Dodge WW, Donohue M, O'Quinn JA. Composite resin bond strength after enamel bleaching. Oper Dent, 18(4): p. 144-7, 1993.
142. Titley K, Torneck C, Smith D, Adibfar A. Adhesion of composite resin to bleached and unbleached bovine enamel. J Dent Res, 67(12): p. 1523-1528, 1988.
143. DeWald JP. The use of extracted teeth for in vitro bonding studies: a review of infection control considerations. Dent Mater, 13(2): p. 74-81, 1997.
144. Boruziniat A, Danaifard N, Gifani M, Hakimi N. Effect of storage media and sterilization method on shear bond strength of composite to enamel of extracted teeth. J dent. mater. tech, 6(3): p. 96-102, 2017.
145. Türkün M ve Kaya A. Effect of 10% sodium ascorbate on the shear bond strength of composite resin to bleached bovine enamel. J Oral Rehabil, 31(12): p. 1184-1191, 2004.
146. Baracco B, Fuentes MV, Garrido MA, González-López S, Ceballos L. Effect of thermal aging on the tensile bond strength at reduced areas of seven current adhesives. Odontology, 101(2): p. 177-85, 2013.
147. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M ve ark. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. J Dent Res, 84(2): p. 118-32, 2005.
148. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Endo K, Sano H, Oguchi H. In vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. J Dent Res, 79(6): p. 1385-91, 2000.
149. Özel Bektas Ö, Eren D, Herguner Siso S , Akin GE. Effect of thermocycling on the bond strength of composite resin to bur and laser treated composite resin. J Lasers in medical science, 27(4): p. 723-728, 2012.
150. Polydorou O, Hellwig E, Auschill TM. The effect of different bleaching agents on the surface texture of restorative materials. Oper Dent, 31(4): p. 473-80, 2006.

151. Tezel H, Atalayin C, Erturk O, Karasulu E. Susceptibility of enamel treated with bleaching agents to mineral loss after cariogenic challenge. *Int J Dent*, 2011: p., 2012.
152. Türkmen C, Gülerüz N, Atalı PY. Effect of sodium ascorbate and delayed treatment on the shear bond strength of composite resin to enamel following bleaching. *Niger J Clin Pract*, 19(1): p. 91-8, 2016.
153. Bittencourt ME, Trentin MS, Linden MS, de Oliveira Lima Arsati YB, França FM, Flório FM, ve ark. Influence of in situ postbleaching times on shear bond strength of resin-based composite restorations. *J Am Dent Assoc*, 141(3): p. 300-6, 2010.
154. Ben-Amar A, Liberman R, Gorfil C, Bernstein Y. Effect of mouthguard bleaching on enamel surface. *Am J Dent*, 8(1): p. 29-32, 1995.
155. Josey AL, Meyers IA, Romaniuk K, Symons AL. The effect of a vital bleaching technique on enamel surface morphology and the bonding of composite resin to enamel. *J Oral Rehabil*, 23(4): p. 244-50, 1996.
156. Cavalli V, Reis AF, Giannini M, Ambrosano GM. The effect of elapsed time following bleaching on enamel bond strength of resin composite. *Oper Dent*, 26(6): p. 597-602, 2001.
157. Kimyai S ve Valizadeh H. The effect of hydrogel and solution of sodium ascorbate on bond strength in bleached enamel. *Oper Dent*, 31(4): p. 496-9, 2006.
158. Loretto SC, Braz R, Lyra AMVdC, Lopes LM. Influence of photopolymerization light source on enamel shear bond strength after bleaching. *Braz Dent J*, 15: p. 133-137, 2004.
159. Güler E, Gönülol N, Özyılmaz ÖY, Yücel A. Effect of sodium ascorbate on the bond strength of silorane and methacrylate composites after vital bleaching. *Braz Oral Res*, 27(4): p. 299-304, 2013.
160. Dabas D, Patil AC, Uppin VM. Evaluation of the effect of concentration and duration of application of sodium ascorbate hydrogel on the bond strength of composite resin to bleached enamel. *J Conserv Dent*, 14(4): p. 356, 2011.
161. Thapa A, Vivekananda PA, Thomas MS. Evaluation and comparison of bond strength to 10% carbamide peroxide bleached enamel following the application of

10% and 25% sodium ascorbate and alpha-tocopherol solutions: An in vitro study. *J Conserv Dent*, 16(2): p. 111, 2013.

162. Lai S, Tay F, Cheung G, Mak Y, Carvalho R, Wei S, ve ark. Reversal of compromised bonding in bleached enamel. *J Dent Res*, 81(7): p. 477-481, 2002.

163. Freire A, Durski MT, Ingberman M, Nakao LS, Souza EM, Vieira S. Assessing the use of 35 percent sodium ascorbate for removal of residual hydrogen peroxide after in-office tooth bleaching. *J Am Dent Assoc* 142(7): p. 836-841, 2011.

164. Park J-Y, Kwon T-Y, Kim Y-K. Effective application duration of sodium ascorbate antioxidant in reducing microleakage of bonded composite restoration in intracoronally-bleached teeth. *J Restor Dent Endod*, 38(1): p. 43-47, 2013.

165. Oskoe SS, Oskoe PA, Soroush MH, Ajami AA, Beheshtirouy M, Pournaghi-Azar F. Effect of 10% sodium ascorbate on *Streptococcus mutans* adherence to bleached bovine enamel surface. *Afr J Biotechnol*, 9(33): p., 2010.

166. Karadaş Ö, Yılmaz İ, Geçgel U. Sumak (*Rhus coriaria* L.) Meyvesinin Fizikokimyasal Özellikleri. *Trakya Univ J Eng Sci* 21(2): p. 87-94, 2020.

167. Henna A, Miguel MG, Nemmiche S. Antioxidant Activity of *Myrtus communis* L. and *Myrtus nivellei* Batt. & Trab. Extracts: A Brief Review. *Medicines (Basel)*, 5(3): p., 2018.

168. Freires IA ve Rosalen PL. How Natural Product Research has Contributed to Oral Care Product Development? A Critical View. *Pharm Res*, 33(6): p. 1311-7, 2016.

169. Khamverdi Z, Khadem P, Soltanian A, Azizi M. In-Vitro Evaluation of the Effect of Herbal Antioxidants on Shear Bond Strength of Composite Resin to Bleached Enamel. *J Dent (Tehran)*, 13(4): p. 244-251, 2016.

170. Goldstein RE ve Garber DA. Complete dental bleaching. ed., ed. Vol. Quintessence Publishing (IL). 165, 1995.

171. Torneck CD, Titley KC, Smith DC, Adibfar A. The influence of time of hydrogen peroxide exposure on the adhesion of composite resin to bleached bovine enamel. *J Endod*, 16(3): p. 123-8, 1990.

172. Lewinstein I, Fuhrer N, Churaru N, Cardash H. Effect of different peroxide bleaching regimens and subsequent fluoridation on the hardness of human enamel and dentin. *J Prosthet Dent*, 92(4): p. 337-42, 2004.
173. Cunha AG, De Vasconcelos AA, Borges BC, Vitoriano Jde O, Alves-Junior C, Machado CT ve ark. Efficacy of in-office bleaching techniques combined with the application of a casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate paste at different moments and its influence on enamel surface properties. *Microsc Res Tech*, 75(8): p. 1019-25, 2012.
174. Kunt GE, Yılmaz N, Sen S, Dede D. Effect of antioxidant treatment on the shear bond strength of composite resin to bleached enamel. *Acta Odontol Scand*, 69(5): p. 287-91, 2011.
175. Vidhya S, Srinivasulu S, Sujatha M, Mahalaxmi S. Effect of grape seed extract on the bond strength of bleached enamel. *Oper Dent*, 36(4): p. 433-8, 2011.
176. Rana R, Kaushik M, Sharma R, Reddy P, Mehra N. Comparative evaluation of effects of natural antioxidants on the shear bond strength of composite resin to bleached enamel. *Indian J Dent Res*, 30(1): p. 112-116, 2019.
177. Bansal M, Kaur P, Cyriac AR, Kadian N, Jaiswal P, Rathee K. Impact of Different Antioxidants on the Bond Strength of Resinbased Composite on Bleached Enamel-An In Vitro Study. *J Contemp Dent Pract*, 20(1): p. 64-70, 2019.
178. Nair R, Bandhe S, Ganorkar OK, Saha S, Sial S, Nair A. A comparative evaluation of the three different antioxidant treatments on the bond strength of composite resin to bleached enamel: An in vitro study. *J Conserv Dent*, 22(1): p. 82-86, 2019.
179. Seyhan SA. DPPH Antioksidan Analizinin Yeniden Değerlendirilmesi. *J Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 9(2): p. 125-135, 2019.
180. Gezici S. Anticancer, antiproliferative, lysosomal and lactate dehydrogenase inhibitory effects of fruit extracts from sumac (*Rhus coriaria* L.) on human lung cancer cells. *J Acta Oncologica Turcica*, 52(1): p. 160-168, 2019.
181. Keven-Karademir F, Avunduk S. Antibacterial and Antioxidant Activity of *Myrtus Communis* l. Growing Wild in Marmaris. *CYTA J Food*, 40(4): p., 2015.

182. Oskoe SS, Bahari M, Kimyai S, Navimipour EJ, Firouzmandi M. Shear bond strength of self-etching adhesive systems with different pH values to bleached and/or CPP-ACP-treated enamel. *J Adhes Dent*, 14(5): p. 447-52, 2012.
183. Patel D, Sambrook R, Eder A. The Effect of Demineralization and Remineralization Cycles on the Bond Strength of Resin Composite to Enamel. *Eur J Prosthodont Restor Dent*, 29(2): p. 93-101, 2021.
184. Memarpour M, Shafiei F, Rafiee A, Soltani M, Dashti MH. Effect of hydroxyapatite nanoparticles on enamel remineralization and estimation of fissure sealant bond strength to remineralized tooth surfaces: an in vitro study. *BMC Oral Health*, 19(1): p. 92, 2019.
185. Dawasaz AA, Togoo RA, Mahmood Z, Azlina A, Thirumulu Ponnuraj K. Effectiveness of Self-Assembling Peptide (P11-4) in Dental Hard Tissue Conditions: A Comprehensive Review. *Polymers (Basel)*, 14(4): p., 2022.
186. Schlee M, Rathe F, Huck T, Schad T, Koch J, Tjaden A ve ark. Klinischer effekt biomimetischer mineralisation bei approximalkaries. *J stomatologie*, 111(4): p. 175-181, 2014.
187. Cheng YL, Musonda J, Cheng H, Attin T, Zheng M ,Yu H. Effect of surface removal following bleaching on the bond strength of enamel. *BMC Oral Health*, 19(1): p. 50, 2019.
188. Ruse ND, Smith DC, Torneck CD, Titley KC. Preliminary surface analysis of etched, bleached, and normal bovine enamel. *J Dent Res*, 69(9): p. 1610-3, 1990.
189. Titley KC, Torneck CD, Ruse ND, Krmec D. Adhesion of a resin composite to bleached and unbleached human enamel. *J Endod*, 19(3): p. 112-5, 1993.
190. Seghi RR ve Denry I. Effects of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel in vitro. *J Dent Res*, 71(6): p. 1340-4, 1992.
191. Mazaheri H, Khoroushi M, Shafiei E, Ghorbanipour R, Majdzade F. Bond strength of composite-resin and resin-modified glass ionomer to bleached enamel: delay bonding versus an antioxidant agent. *Indian J. Dent. Res*, 22(3): p. 432, 2011.
192. Unlu N, Cobankara FK, Ozer F. Effect of elapsed time following bleaching on the shear bond strength of composite resin to enamel. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, 84(2): p. 363-8, 2008.

193. Bittencourt ME, Trentin MS, Linden MSS, Arsati YBdOL, França FMG, Flório FM, ve ark. Influence of in situ postbleaching times on shear bond strength of resin-based composite restorations. 141(3): p. 300-306, 2010.
194. Nari-Ratih D ve Widyastuti A. Effect of antioxidants on the shear bond strength of composite resin to enamel following extra-coronal bleaching. J Clin Exp Dent, 11(2): p. e126-e132, 2019.
195. McGuckin RS, Thurmond BA, Osovitz S. Enamel shear bond strengths after vital bleaching. Am J Dent, 5(4): p. 216-22, 1992.
196. Dias WR, Pereira PN, Swift Jr EJ. Effect of bur type on microtensile bond strengths of self-etching systems to human dentin. J Adhes Dent, 6(3): p. 195-203, 2004.

