



T.C.

AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

**AĞARTILMIŞ DİŞ YÜZEYLERİNE UYGULANAN
DENEYSEL ANTİOKSİDAN TEDAVİLERİNİN MAKASLAMA
BAĞLANMA DAYANIMINA ETKİLERİNİN İN VİTRO
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dt. Süveybe OZAN
UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Nasibe Aycan YILMAZ**

Aydın-2019

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

AĞARTILMIŞ DİŞ YÜZEYLERİNE UYGULANAN
DENEYSEL ANTIOKSİDAN TEDAVİLERİNİN MAKASLAMA
BAĞLANMA DAYANIMINA ETKİLERİNİN İN VİTRO
DEĞERLENDİRİLMESİ

Dt. Süveybe OZAN
UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Nasibe Aycan YILMAZ

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından
DHF-17003 proje numarası ile desteklenmiştir.

Aydın-2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Restoratif Diş Tedavisi Uzmanlık Programı çerçevesinde yürütülmüş olan bu araştırma aşağıdaki jüri tarafından 'Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi' olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 06/05/2019

Jüri Başkanı	Prof. Dr. Ertan ERTAŞ	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi A.D.
Tez. Danışmanı (Üye)	Dr. Öğr. Üyesi N. Aycan YILMAZ	Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi A.D.
(Üye)	Dr. Öğr. Üyesi Hicran DÖNMEZ ÖZKAN	Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti A.D.

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam boyunca bilgi ve deneyimiyle bana yardımcı olan ve her konuda yol gösteren, klinik tecrübe ve deneyimlerini benimle paylaşan, tüm yardımları ve fedakarlıkları için hocam ve tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Nasibe Aycan YILMAZ'a;

Tez süresince antioksidan solüsyonlarının hazırlanmasında yardımlarını ve imkanlarını esirgemeyen Adnan Menderes Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Biyokimya Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Arife Alev KARAGÖZLER ve Araş. Gör. Rukiye YAVAŞER'e;

Çalışmamın istatistik analizinin yapılmasında yardımcı olan Kürşat ÖZKAN'a;

Bu süreçte anlayış ve destekleri için Restoratif Diş Tedavisi'nde görevli değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Gül DİNÇ ATA ve Dr. Öğr. Üyesi Özge ÇELİKSÖZ'e ve değerli asistan arkadaşlarıma ve ve uzmanlık eğitimim boyunca klinikte yardımları için hemşire hanım ve yardımcı personellerimize,

Beni bugünlere büyük özveri ve emekle getiren desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili babam Fahri OZAN'a, sevgili annem Hacer OZAN'a, sevgili abim Üzeyir OZAN ve eşi Yasemen OZAN'a,

Tez çalışmam boyunca tecrübelerini ve yardımlarını esirgemeyen hayat arkadaşım Mustafa'ya,

TEŞEKKÜRLERİMİ SUNARIM

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	i
TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
RESİMLER DİZİNİ.....	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Diş Hekimliğinde Ağartma Tedavisinin Tarihçesi.....	4
2.2. Teşhis ve Tedavi Planlaması.....	5
2.3. Ağartma Materyalleri ve Etki Mekanizmaları.....	7
2.4. Güncel Ağartma Yöntemleri.....	8
2.4.1. Vital Dişlerde Ağartma Yöntemleri.....	9
2.4.1.1. Ofis Tipi Vital Ağartma Tedavisi.....	9
2.4.1.2. Ev Tipi Vital Ağartma Tedavisi.....	10
2.4.2. Devital Dişlerde Ağartma Yöntemleri.....	10
2.4.2.1. Kron İçi Devital Ağartma Tedavisi.....	11
2.4.2.2. Kron Dışı Devital Ağartma Tedavisi.....	11
2.5. Ağartma Tedavilerinin Yan Etkileri.....	11
2.6. Serbest Radikaller, Oksidatif Stres ve Antioksidanlar.....	14
2.7. Adezyon.....	20
2.7.1. Mine Adezyonu.....	21

2.7.2. Dentin Adezyonu	22
2.8. Bağlanma Dayanımı Testleri	23
2.8.1. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testleri	23
3. GEREÇ VE YÖNTEM	26
3.1. Çalışmada Kullanılan Cihaz, Ekipman ve Materyaller	26
3.2. Dişlerin Seçimi ve Örneklerin Hazırlanması	27
3.3. Mine ve Dentin Örneklerinin Gruplandırılması	27
3.3.1. Mine Örneklerinin Gruplandırılması	28
3.3.2. Dentin Örneklerinin Gruplandırılması	30
3.4. Mine ve Dentin Örneklerinin Numaralandırılması	31
3.5. Mine ve Dentin Örneklerine Ağartmanın Uygulanması	32
3.6. Deneysel Antioksidan Solüsyonlarının Hazırlanması ve pH Tayini	33
3.6.1. Sodyum Askorbat Sentetik Antioksidan Solüsyonunun Hazırlanması	34
3.6.2. Yeşil Çay Bitki Ekstraktının ve Doğal Antioksidan Solüsyonunun Hazırlanması	35
3.6.3. Biberiye Bitki Ekstraktının ve Doğal Antioksidan Solüsyonunun Hazırlanması	36
3.6.4. Yeşil Çay ve Biberiye Ekstrakt Kombinasyonundan Doğal Antioksidan Solüsyonunun Hazırlanması	37
3.7. Ağartılmış Mine ve Dentin Örneklerine Deneysel Antioksidan Tedavilerinin Uygulanması	37
3.8. Mine ve Dentin Yüzeylerine Kompozit Rezin Örneklerin Yapılması	37
3.9. Mine-Kompozit Rezin ve Dentin-Kompozit Rezin Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi	40
3.10. Stereomikroskop Analizi	41
3.11. İstatistiksel Analiz	42
4. BULGULAR	43
4.1. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi Bulguları	43
4.2. Stereomikroskop Analizi Bulguları	48

5. TARTIŞMA.....	50
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	65
KAYNAKLAR.....	68
EK. Tez çalışmasının DHF-17003 proje numarası ile Adnan Menderes Üniversitesi bilimsel araştırma projeleri (BAP) komisyonu tarafından desteklendiğini gösteren belge.....	89
ÖZGEÇMİŞ	90



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	: Yüzde
<	: ‘den küçüktür
=	: Eşittir
>	: ‘den büyüktür
°C	: Santigrat derece
4-META	: 4-metakriloksi Etil Trimellitik Anhidrat
Ark	: Arkadaşları
BHA	: Bütillenmiş Hidroksianisol
BHT	: Bütillenmiş Hidroksitoluen
Bis-EMA	: Bisetilen Glikol Dimetakrilat
Bis-GMA	: Bisfenol Glisidil Dimetakrilat
BPDM	: Bifenil Dimetakrilat
Dk	: Dakika
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
EC	: Epikateşin
ECG	: Epikateşin Gallat
EGC	: Epigallokateşin
EGCG	: Epigallokateşin Gallat, Epigallocatechin-3-Gallate
gr	: Gram
Gr	: Grup
HEMA	: Hidroksi Etil Metakrilat
HP	: Hidrojen Peroksit
ISO	: Uluslararası Standardizasyon Örgütü (International Organization For Standardization)
KP	: Karbamid Peroksit

LED	: Işıık Yayan Diyot (Light Emitting Diode)
MBD	: Makaslama Bağlanma Dayanımı
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
mm²	: Milimetrekafe
MMP	: Matriks Metalloproteinaz
MPa	: Megapaskal
MTA	: Mineral Trioksit Agregat
N	: Kuvvet
nm	: Nanometre
ppm	: Milyonda bir birim (Parts Per Million)
rpm	: 1 dakikadaki rotasyon sayısı (Rotation Per Minute)
RNT	: Reaktif Nitrojen Türü
ROT	: Reaktif Oksijen Türü
SA	: Sodyum Askorbat
SEM	: Taramalı Elektron Mikroskopu (Scanning Electron Microscope)
sn	: Saniye
SPSS	: Sosyal Bilimler İçin İstatistik Paketi (Statistical Package For Social Sciences)
UDMA	: Üretan Dimetakrilat
vb.	: ve benzeri
µm	: Mikrometre
µmol	: Mikromol

ŞEKİLLER DİZİNİ

- Şekil 1.** Mine ve dentin gruplarının makaslama bağlanma dayanımı ortalama değerlerini (MPa) bir arada gösteren sütun grafiği.....45
- Şekil 2.** Mine ve dentin gruplarının makaslama bağlanma dayanımı ortalama değerlerini (MPa) bir arada gösteren çizgi grafiği.....45



TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Çalışmada kullanılan cihaz ve ekipmanlar.	26
Tablo 2. Çalışmada kullanılan materyaller.....	26
Tablo 3. Mine örneklerinin gruplandırılması	29
Tablo 4. Dentin örneklerinin gruplandırılması	31
Tablo 5. Mine ve dentin örneklerinin numaralandırılması.....	32
Tablo 6. Tamhane Post-hoc testi bulguları.....	44
Tablo 7. Mine gruplarının bağlanma dayanımı verilerinin (MPa) ortalama±standart sapma, minimum ve maksimum değerleri	46
Tablo 8. Dentin gruplarının bağlanma dayanımı verilerinin (MPa) ortalama±standart sapma, minimum ve maksimum değerleri.....	46
Tablo 9. Mine ve dentin gruplarında kırılma tiplerinin gruplara göre dağılımı ve yüzdeleri	49

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. Çalışmada kullanılan dişlerin kron ve kök kısımlarının ayrılması.....	27
Resim 2. Çalışmada kullanılan 140 adet mine örneği.....	28
Resim 3. Çalışmada kullanılan 140 adet dentin örneği.....	28
Resim 4. Çalışmada kullanılan Opalescence Boost ağartma materyali	32
Resim 5. Çalışmada kullanılan hassas tartı (a) ve otomatik pipet (b).....	34
Resim 6. Yüzde onluk konsantrasyonda hazırlanan sodyum askorbat çözeltisi (a) ve solüsyonun pH değeri (b)	34
Resim 7. Yeşil çay ekstraktından %10'luk konsantrasyonda hazırlanan doğal antioksidan solüsyonu (a) ve solüsyonun pH değeri (b).....	36
Resim 8. Biberiye ekstraktından %10'luk konsantrasyonda hazırlanan doğal antioksidan solüsyonu (a) ve solüsyonun pH değeri (b).....	36
Resim 9. Yeşil çay ve biberiye ekstrakt kombinasyonundan hazırlanan doğal antioksidan solüsyonu (a) ve solüsyonun pH değeri (b).....	37
Resim 10. Çalışmada kullanılan nanodolduruculu kompozit rezin restorasyon materyali, 2 aşamalı asitle&yık tip adeziv solüsyon ve %35'lik fosforik asit jeli	38
Resim 11. Çalışmada kullanılan şeffaf silindirik plastik tüpler 4mm yükseklik (a) ve 4 mm genişlik (b).....	39
Resim 12. Gr D3'de yer alan dentin örneklerinin kompozit restorasyon öncesi (a) ve restorasyon sonrası (b).....	39
Resim 13. Çalışmada kullanılan etüv cihazı.....	39
Resim 14. Çalışmada kullanılan makaslama bağlanma dayanımı test cihazı.....	40
Resim 15. Çalışmada kullanılan örneklerin makaslama bağlanma dayanımı cihazına yerleştirilmesi.....	40
Resim 16. Çalışmada kullanılan stereomikroskop.....	41
Resim 17. Örneklerde tespit edilen kırılma tipleri. Adeziv (a), koheziv (b) ve karma tip kırılma (c)	41

ÖZET

AĞARTILMIŞ DIŞ YÜZEYLERİNE UYGULANAN DENEYSEL ANTİOKSİDAN TEDAVİLERİNİN MAKASLAMA BAĞLANMA DAYANIMINA ETKİLERİNİN İN VİTRO DEĞERLENDİRİLMESİ

Ozan S. Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Uzmanlık Tezi, Aydın, 2019

Bu çalışmanın amacı dört farklı antioksidan tedavi protokolünün, ağartılmış mine ve dentinin kompozit rezine bağlanma dayanımındaki etkisini değerlendirmektir. Çalışmada 280 adet çekilmiş sığır keser dişinden 140'ar adet mine ve dentin örneği elde edildi. Mine ve dentin örnekleri kendi aralarında yedişer gruba ayrıldı (n=20): Gr M1/Gr D1=Negatif Kontrol; Gr M2/Gr D2=Pozitif Kontrol; Gr M3/Gr D3=Ertelenmiş Restorasyon; Gr M4/Gr D4=Sodyum Askorbat; Gr M5/Gr D5=Yeşil çay; Gr M6/Gr D6=Biberiye; Gr M7/Gr D7=Yeşil çay+Biberiye Kombinasyonu. Sodyum askorbat, yeşil çay ekstraktı, biberiye ekstraktı ve yeşil çay-biberiye ekstrakt kombinasyonundan %10 konsantrasyonda hazırlanan deneysel antioksidan solüsyonları, Gr M4/D4, Gr M5/D5, Gr M6/D6 ve Gr M7/D7'de yer alan örneklerin ağartılmış mine/dentin yüzeylerine uygulandı. Makaslama bağlanma dayanımı (MBD) analizi, kafa hızı 0,5 mm/dakika olarak ayarlanan test cihazında gerçekleştirildi. Kırılma tipleri, stereomikroskop altında X40 büyütme ile değerlendirildi. Verilerin istatistiksel analizinde Welch Anova ve Post-hoc Tamhane testleri kullanılmıştır. Ağartma tedavisi (Gr M2/D2), mine-rezin/dentin-rezin MBD değerlerini kontrol gruplarına (Gr M1/D1) kıyasla azalttı. Restorasyonların 15 gün süreyle ertelenmesi, azalan MBD değerlerini arttırarak normale döndürdü. Ağartılmış mine/dentin örneklerine uygulanan tüm deneysel antioksidan tedavileri azalan MBD değerlerini arttırarak normale döndürdü. Bitki kaynaklı doğal antioksidanlar, ağartma tedavisi sonrası diş dokularına uygulanmak üzere sentetik sodyum askorbata alternatif antioksidan tedavi olabilirler. Antioksidanların ağartma tedavisi sonrasında uygulanmaları, ağartılmış diş dokularının resin içerikli materyallerle hemen restore edilebilmesini sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Diş Ağartma Tedavisi, Makaslama Bağlanma Dayanımı, Antioksidan, Sodyum Askorbat, Yeşilçay, Biberiye

ABSTRACT

IN VITRO EVALUATION OF THE EXPERIMENTAL ANTIOXIDANT TREATMENTS APPLIED ONTO BLEACHED TOOTH SURFACES ON SHEAR BOND STRENGTH

Ozan S. Adnan Menderes University Faculty of Dentistry Restorative Dentistry Master Thesis, Aydın, 2019

The aim of this study was to evaluate the effect of four different antioxidant treatment protocols on bond strength of bleached enamel and dentin to composite resin. 140 enamel and 140 dentin specimens were obtained from 280 extracted bovine incisors in the study. Enamel and dentin specimens were separately divided into seven groups (n=20), as follows: Gr M1/Gr D1=Negative control; Gr M2/D2=Positive control; Gr M3/D3=Delayed restoration; Gr M4/D4=Sodium ascorbate; Gr M5/D5=Green tea; Gr M6/D6=Rosemary; Gr M7/D7=Green tea+Rosemary combination. All groups except negative control groups received bleaching treatment (40% hydrogen peroxide). Experimental antioxidant solutions were prepared from sodium ascorbate, green tea extract, rosemary extract and green tea-rosemary extract combination at 10% concentrations and applied onto bleached enamel/dentin surfaces of specimens in Gr M4/D4, Gr M5/D5, Gr M6/D6 and Gr M7/D7, respectively. The shear bond strength (SBS) test was conducted at a crosshead speed of 0.5 mm/min. Failure modes were assessed under a stereomicroscope at X40 magnification. Data were analyzed statistically using Welch Anova and Tamhane Post-hoc tests. Bleaching treatment (Gr M2/D2) compromised enamel-resin/dentin-resin SBS compared to control (Gr M1/D1). Delaying restorations for 15 days (Gr M3/D3) reversed compromised SBS. All experimental antioxidant treatments applied onto bleached enamel/dentin specimens could managed to reverse compromised SBS. Natural plant-derived antioxidants can be an alternative to synthetic sodium ascorbate as a post-bleaching antioxidant treatment. Post-bleaching use of antioxidants may enable immediate resin restorations of bleached tooth structures.

Keywords: Tooth Bleaching, Shear Bond Strength, Antioxidant, Sodium Ascorbate, Green Tea, Rosemary.

1. GİRİŞ

Dental ağartma, renklenmiş dişlerin tedavisi amacıyla bireyler ve diş hekimleri tarafından günümüz klinik pratiğinde sıklıkla tercih edilen, konservatif, hızlı ve ekonomik bir estetik tedavi seçeneğidir (1, 2).

Dental ağartma tedavilerinde sıklıkla çeşitli konsantrasyonlarda hidrojen peroksit (HP) veya karbamid peroksit (KP) kullanılmaktadır. Reaktif özelliklerinden dolayı peroksitler, dental ağartma tedavilerindeki ana aktif kimyasal komponenttirler. Ağartma işleminin etki mekanizması oksidasyon reaksiyonuna dayanır. Mine veya dentin yüzeyine ağartma tedavisi uygulandığında HP düşük molekül ağırlığı sayesinde mine prizmaları arasındaki porlara ve dentin yapısına penetre olur. Burada iyonik bir ayrışmaya uğrar ve bu ayrışma sonucunda hidroksil, per-hidroksil ve süperoksit anyonları şeklinde serbest radikaller ve oksijen açığa çıkar (3, 4).

Serbest radikaller, eşleşmemiş bir elektronu bulunan oldukça reaktif moleküllerdir ve diş yapısındaki pigment moleküllerin elektron bakımından zengin alanlarına hücum ederler. Birbirine çift bağlarla bağlı büyük pigment moleküller ile temasa geçip onları parçalayarak daha kısa zincirli ve daha az pigment moleküllere dönüştürürler. Bu şekilde diş renginin açılması yani ağartılması sağlanmış olur (5).

Dental ağartma tedavisi hastaların estetik beklentilerini karşılamada yeterli olmadığında, ağartma tedavisi sonrasında ilave estetik restorasyonların uygulanması veya mevcut restorasyonların yenilenmesi gerekebilmektedir. Dental ağartma tedavisi tamamlandıktan hemen sonra ilave restoratif tedaviler yapılması gerektiğinde, ağartılmış diş dokuları ile rezin esaslı restoratif materyaller arasındaki bağlanma dayanımının azaldığı tespit edilmiştir ve bu durumdan öncelikli olarak HP'in ayrışması sonucu açığa çıkan, mine prizmaları ve dentin yapısı içerisinde mahsur kalan rezidüel oksijen ve serbest radikaller sorumlu tutulmaktadır (3, 6, 7).

Hidrojen peroksitin bu yan ürünlerinin tamamen salınıp diş sert dokularından uzaklaşması ve ağartma sonrası kalıcı restorasyonun başarılı bir şekilde yapılabilmesi için restorasyon yapılmadan önce belli bir süre beklenerek restorasyonların ertelenmesi önerilmiştir. Çünkü rezin içerikli restoratif materyaller ile ağartılmış diş dokuları arasındaki bağlanma dayanımının azalması, restorasyonların klinik başarılarını oldukça olumsuz

etkilemektedir (8).

Araştırcılar genellikle 1-3 hafta arasında değişen sürelerde beklenmesi gerektiğini bildirmekle beraber, restorasyonların ertelenme süresi ile ilgili literatürde bir görüş birliğine varılamamıştır (2, 9-14).

Klinik açıdan değerlendirildiğinde önerilen bekleme sürelerinin oldukça uzun olduğu görölmektedir. Ayrıca bekleme gerekliliği nedeniyle tedavi seans sayısının artması, pek çok hasta tarafından tolere edilememekte ve tedavilerinin kısa sürede sonuçlanmasını bekleyen hastalarda memnuniyetsizliğe yol açmaktadır (1, 3, 4, 15).

Yakın dönemde, ağartılmış diş yüzeylerine antioksidanların uygulanarak serbest radikal yok edici etkilerinden yararlanılması fikri gündeme gelmiştir. Antioksidanlar, kendi elektronlarını vererek serbest radikalleri nötralize edebilen bileşiklerdir. Antioksidanların uygulanması ile ağartılmış diş yapısında mahsur kalan rezidüel oksijenin ve serbest radikallerin uzaklaştırılarak rezin içerikli restoratif materyallere bağlanma dayanımının artırılması amaçlanır (3, 7, 16, 17). Ayrıca bekleme süresinin ortadan kaldırılarak, seans sayısının azaltılması ve ilave adeziv restoratif işlemlerin ağartma tedavisi ile aynı seansta tamamlanabilmesi hedeflenir.

Son dönemde doğal bitkilerin sahip oldukları antioksidan kapasiteleri oldukça ilgi çekmekte ve serbest radikaller aracılığıyla oluşan pek çok hastalığa karşı kullanılması amacıyla farmasötik endüstri alanında yoğun şekilde araştırılmaktadır. Sentetik antioksidanların çeşitli yan etkileri (karsinojenite, toksisite vb.) (18) bulunmasından dolayı çalışmalar, sentetik antioksidanların yerine kullanılabilir doğal antioksidanlar üzerinde yoğunlaşmıştır (19, 20).

Bu gelişmelere paralel olarak diş hekimliği alanında da araştırcılar, gerek ağartılmış diş sert dokularına gerekse ağız içindeki yumuşak dokulara güvenle uygulanabilecek, toksik olmayan, yan etkisiz, biyoyumlu ve etkili bir antioksidan tedavi protokolü geliştirebilmek amacıyla doğal bitki ekstraktlarına odaklanmışlardır (1, 15).

Diş hekimliği alanında, ağartılmış diş dokuları üzerindeki antioksidan etkinliği incelenen doğal bitki ekstraktları çok çeşitli olmasına rağmen, henüz klinik kullanıma uygun formda geliştirilmif bir antioksidan tedavi protokolü bulunmamaktadır.

Ağartılmış diş dokuları üzerindeki antioksidan etkinliklerini incelemek üzere çalışmamıza yeşil çay ve biberiye doğal bitki ekstraktları dahil edilmiştir. Yeşil ay ve biberiye ekstraktları ile bunların 1/1 oranındaki kombinasyonundan hazırlanan üç doğal antioksidan tedavi protokolünün ve sodyum askorbat (SA) materyalinden hazırlanan bir sentetik antioksidan tedavi protokolünün; ağartılmış mine ve dentin yapısındaki serbest radikalleri nötralize edebilme etkinliklerinin, makaslama bağlanma dayanımı (MBD) analiziyle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda oluşturduğumuz hipotezler şunlardır:

1. Çalışmaya dahil edilen ve ağartılmış diş dokularına uygulanan farklı antioksidan tedavi protokollerinin tümü mine-rezin ve dentin-rezin makaslama bağlanma dayanımını arttırmaktadır.

2. Çalışmaya dahil edilen ve ağartılmış diş dokularına uygulanan farklı antioksidan tedavi protokollerinin, mine-rezin veya dentin-rezin makaslama bağlanma dayanımını artırma etkinlikleri arasında farklılık bulunmamaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Diş Hekimliğinde Ağartma Tedavisinin Tarihçesi

Dental ağartma tedavilerinin ilk kez gündeme geldiği 1800'lü yılların ortalarına kadar, renklenmiş dişlerin tedavisi amacıyla yaygın olarak kron restorasyonları uygulanmaktaydı. Ancak kron uygulamalarının diş dokularından çok fazla madde uzaklaştırması nedeniyle bu restorasyonlara alternatif olarak renklenmiş dişlerin ağartılması fikri gündeme gelmiştir (21). İlk kez, 1848 yılında Dwinelle adlı araştırmacı tarafından devital dişlerin ağartılması amacıyla renklenmiş bir dişe klorid uygulanmıştır. Trumanen, 1860 yılında bu yöntemi geliştirerek, devital dişlerin ağartılmasında daha etkili olan kalsiyum hidroklorit ve asetik asit çözeltisindeki klorür karışımını kullanmıştır.

Ağartma tedavilerinin ilk uygulandığı dönemlerde genellikle vital olmayan dişlerin ağartılmasına odaklanılmakla birlikte, 1868 yılında Latimer adlı araştırmacı, vital dişlerin ağartılması amacıyla oksalik asit uygulaması yapmıştır (22).

Dental ağartma materyali olarak günümüzde hala en yaygın şekilde kullanılmakta olan hidrojen peroksit, ilk defa 1884 yılında Harlan tarafından kullanılmış ve o dönemde hidrojen dioksit olarak adlandırılmıştır (23).

1918 yılında Abbot adlı araştırmacı, vital dişlerin ağartılmasında %37'lik HP'i ısı ve ışık ile birlikte uygulayarak günümüzde hala kullanılmakta olan ağartma tekniklerinin öncülüğünü yapmıştır (24).

Ames (1937), renklenmiş mineyi ağartmak amacıyla %30'luk HP'i su yerine etil eter ile karıştırarak dişler üzerine uygulamış ve 30 dakika süre ile ısı ile aktive ederek başarılı bir ağartma tedavisi yapmıştır (25). Daha sonraki yıllarda Feinman (1987), ağartma tedavisinde uyguladığı %30'luk HP'in etkisini ışık cihazı ile aktive etmiş; Reyto (1996) ise ağartma tedavisini lazer ışını ile desteklemiştir (26).

Sodyum perborat ve su karışımının devital dişlerin pulpa odasında bir hafta bekletildiği ve "walking bleaching" olarak adlandırılan, ağartma tekniğini 1967 yılında Nutting ve Poe gündeme getirmiştir (27).

Üretici firmaların dental ağartma materyallerini piyasaya sürmeleri 1900'lü yılların başında gerçekleşmiştir. “Superoxol” adıyla piyasaya sürülen dental ağartma materyali, etkinliği ve güvenliği nedeniyle diş hekimlerinin çoğunluğu tarafından benimsenmiştir (28).

Kullanımı kolay ve emniyetli dental ağartma materyallerinin geliştirilmesi ile birlikte, birey tarafından evde uygulanabilen tezgah üstü raf ürünleri (over-the-counter, OTC) ortaya çıkmıştır. Ev tipi ağartma olarak adlandırılan bu yeni teknik ilk defa 1960'lı yılların sonlarında Bill Klusmier adındaki bir ortodonti uzmanı tarafından gündeme getirilmiştir (29). Doku iyileşmesini hızlandırmak amacıyla, hastasının ortodontik tedavi esnasında kullandığı ortodontik plağının içerisine gece boyunca %10'luk karbamid peroksit içerikli bir oral antiseptik olan Gly-oksit yerleştirmesini öneren ortodontist, dokunun iyileşmesindeki olumlu etki ile beraber dişlerde ağartma olduğunu da tespit etmiştir (29). Yirmi yılı aşkın bir süre sonrasında Haywood ve Heymann, %10'luk KP'in gece boyunca ağıza yerleştirilen bireysel bir plak aracılığıyla renklenmiş vital dişlere uygulandığında, etkin şekilde ağartma gerçekleştiğini bildirmiş ve bu yöntem “gece koruyucu plağı ile ağartma” (night-guard bleaching) olarak literatüre geçmiştir (30).

2.2. Teşhis ve Tedavi Planlaması

Ağartma tedavisi öncesinde ağızda mevcut olan restorasyonların kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi çok önemlidir. Ayrıca, ağartılacak dişlerde açığa çıkmış dentin alanları, mine hipomineralizasyonu veya başlangıç çürük lezyonları gibi ağartma ürünlerinin temas etmesinin kontrendike olduğu bölgelerin mevcudiyeti dikkatlice incelenmelidir (31).

Restorasyonlarda kırık veya kenar defektleri bulunması halinde, ağartma materyalinin bu bölgelerden penetre olmasına karşı diş dokuları korunmalıdır. Bu amaçla, diş-restorasyon ara yüzünün pit ve fissür örtücülerle veya adeziv sistemler gibi akışkan materyallerle örtülenmesi önerilmektedir (32).

Ağartma yapılacak dişlerde açığa çıkmış dentin alanlarının bulunması ya da minede özellikle bukkal yüzeylerde çatlakların bulunması, peroksitlerin hızlı şekilde nüfuz edebileceği bir yol oluşturmaktadır. Mine çatlakları, serviko-insizal eksen boyunca uzanıp mine-dentin birleşim hattına kadar ulaşabilirler. Ağartma materyalinin bu bölgelerden penetre olması, pulpa sağlığı açısından zararlı olabilmekte ve işlem sırasında ve sonrasında ağrı oluşturabilmektedir. Bu nedenle, minede tespit edilen çatlakların ve açığa çıkmış dentin

alanlarının da ağartma tedavisi öncesinde rezin esaslı restoratif materyallerle örtülenmesi gereklidir (33, 34).

Literatürde, ev tipi ve ofis tipi ağartma tedavilerinin, mine dokusunda geçici histolojik değişikliklere neden olduğu bildirilmiştir (35, 36). Ayrıca, başlangıç çürük lezyonu bulunan mine dokusunda ofis tipi ağartma tedavisinin uygulanması durumunda çürük lezyonunun daha derin mine tabakalarına geçişi hızlanmaktadır (37, 38). Son dönemde, dentin-pulpa kompleksine ulaşan peroksit miktarı, demineralize alanların mevcudiyeti ile ilişkilendirilmektedir. Demineralize dokunun, HP'in penetrasyonuna karşı daha dirençsiz olması, ağartma tedavisi sonrasında görülen diş hassasiyetini arttıran bir durumdur (38).

Dental ağartma tedavisinin başarısı temel olarak diş renginde meydana gelen değişikliklerle belirlenir ve her bireye özgün bir durumdur. Ancak diş renginin değerlendirilmesi; dişin karmaşık optik özellikleri (parlaklık, opaklık, şeffaflık, yarı saydamlık, vb.) ve metamerizm gibi optik yanılsamalar nedeniyle zor bir işlemdir. Bu nedenle, tedavinin başlangıç aşamasında diş renginin kaydedilmesi prognozun belirlenmesine yardımcı olacaktır ve diş rengindeki açılmanın izlenmesinde oldukça faydalıdır. Dişlerin ağartma prognozu sarı-turuncu renkteki tonlarda belirgin şekilde olumluysen gri ve mavimsi renk değişimlerinde dişler ağartmaya daha dirençlidir (39).

Genellikle dışsal renklenmeler ağartma tedavisine en başarılı sonuçları vermektedir. Tedavi süresi yeterince uzun olduğunda içsel renklenmeler (tetrasiklin renklenmesi gibi) de ağartma tedavisine iyi yanıt verebilmektedir (29). Ancak dişlerdeki ciddi tetrasiklin renklenmelerinin tedavilerinde ağartma tedavisi tek başına etkin ve yeterli bir sonuç vermeyebilmektedir. Böyle durumlarda tedavi planlanmasında ağartma tedavisi ve lamina veneer restorasyonlarının kombine olarak uygulanması gerekebilmektedir. Lamina veneer tedavisinden önce yapılmış olan bir ağartma işlemi, lamina veneer preparasyonu sırasında kaldırılması gereken diş dokusu miktarını azaltması bakımından yararlıdır (40).

Dental ağartma tedavisi için kontrendike kabul edilebilecek durumlar; bireyin gerçekçi olmayan beklentileri, tedaviye uyma isteksizliği, hamilelik, ağartma materyalindeki bileşenlere karşı alerji veya tedaviye başlamadan önce diş hassasiyeti mevcudiyetidir.

2.3. Ağartma Materyalleri ve Etki Mekanizmaları

Dental ağartma tedavilerinde kullanılan çok çeşitli ağartma materyalleri bulunmakla birlikte, genellikle bu materyallerde ağartmadan sorumlu ana aktif bileşen HP olmaktadır (41). Hidrojen peroksit, ağartma materyalleri aracılığıyla diş yüzeylerine direkt olarak uygulanabilmektedir. Ayrıca, sodyum perborat ya da karbamid peroksit içerikli ağartma materyalleri kullanıldığında, bu materyallerin kompozisyonundan diş yüzeyine hidrojen peroksit salımı gerçekleşmektedir (42).

Hidrojen peroksit, sudan biraz daha visköz renksiz bir sıvıdır ve moleküler ağırlığı 34,01 g/mol'dür (42). Dental ağartma tedavisinde uygulanan HP %5 ila %40 arasında değişen konsantrasyonlarda kullanılır (43). Hidrojen peroksit, vücudun normal işleyişi sırasında doğal olarak üretilir, kullanılır ve yok edilir. İnsan vücudu glutatyon redoks siklusu, katalaz, askorbat, süperoksit dismutaz, prostaglandin E1, glutatyon peroksidaz, E vitamini ve plazma peroksidazı kullanarak oksidatif strese karşı kendisini korumaya çalışmaktadır (44).

Karbamid peroksit, suyla temas ettiğinde oksijeni serbest bırakan beyaz kristal halinde katı bir materyaldir (42). Dental ağartma tedavisi için kullanılan KP konsantrasyonları %10 ile %35 arasındadır. Yüzde onluk KP çözeltisi parçalandığında, %3,35 HP ve %6,65 üreye dönüşmektedir (45). Daha sonra üreye, ortamın pH'ını arttıran amonyak ve suya ayrışır (29). Ayrıca ürenin dişlerin ağartılmasında etkili olabilecek proteolitik özelliklere sahip olduğu bilinmektedir (46, 47). Karbamid peroksit ürünleri genellikle bir karbopol veya gliserin baz içerirler. Karbopol, HP salınımını yavaşlatır ve bu nedenle KP içerikli ağartma ürünlerinin etkili olabilmeleri için HP içerikli ürünlere kıyasla daha uzun bir süreye ihtiyaç vardır (48).

Sodyum perborat, toz halinde bulunan beyaz, kokusuz, suda çözünür bir kimyasal bileşiktir (42). 1900'lü yıllardan itibaren özellikle çamaşır tozu ve diğer deterjanlarda, oksitleyici ve ağartıcı materyal olarak kullanılmıştır (49). Kuru ortamda stabildir ancak asit, sıcak hava veya su varlığında parçalanarak sodyum metaborat, hidrojen peroksit ve oksijen oluşturur (43). Sodyum perborat, oksijen içeriği farklı olan ve böylece farklı ağartma etkinliğine sahip çeşitli formlara (monohidrat, trihidrat ve tetrahidrat) dönüşür (50). Sodyum perborat ve distile su (2 g/1 mL) karışımı, %16,3'lük HP ile aynı ağartma etkinliğine sahiptir (51).

Diş sert dokuları, minedeki interprizmatik boşluklar ve dentin tübülleri sayesinde sıvılara karşı oldukça geçirgendir (52-54). Düşük moleküler ağırlığı sayesinde HP, mine ve

dentin yapısı içerisine kolaylıkla nüfuz edebilmektedir. Ağartma tedavisinin mekanizması ile ilgili en çok kabul gören teori, HP'in diş yapısına penetre olarak burada renklenmeden sorumlu organik kromoforlarla etkileşimi ile açıklanan "kromofor teorisi"dir. Organik kromoforlar, konjuge çift bağ içeren ve elektron bakımından zengin bölgelere sahip renkli moleküllerdir (42). Kromoforun oksidize edilmesi ve konjuge sistem içindeki bir veya daha fazla çift bağın parçalanması sayesinde renklenmiş moleküllerin renksiz bileşikler haline dönüştürülerek dişteki renklenmenin giderilmesi sağlanmış olur (55).

Hidrojen peroksit parçalandığında hidroksil radikali, hidroperoksil radikali, hidroperoksil radikal anyonu, süperoksit radikal anyonu ve süperoksit radikal kasyonu gibi birçok reaktif oksijen türü (ROT) açığa çıkar. Reaktif oksijen türleri, kromoforlarla karşılaştığında, renklenmiş moleküllerin uzun zincirlerini daha basit yapıya kısa zincirlere dönüştürürler ve böylece renklenme görünümünü azaltacak şekilde optik özelliklerini değiştirirler (56). Reaktif oksijen türleri, biyolojik yapılardan hidrojen atomlarını koparabilme yeteneğine sahiptir (44). Dolayısıyla ROT açığa çıkaran bu tür kimyasal reaksiyonların, renklenmiş moleküllerin yıkımını sağlarken bir yandan da biyolojik membranlara zarar verebilme potansiyeli bulunmaktadır. İdeal olarak, diş dokularına difüzyonu sırasında HP'in oksitleyici etkisinin sadece organik kromoforlarla sınırlı olması istenir. Ancak sadece kromoforlarla değil aynı zamanda mine ve dentinin organik ve inorganik bileşenleri ile yani sağlam diş yapısıyla da etkileşime girdiği kanıtlanmıştır (42).

Çalışmalarda HP'in diş dokularına penetrasyonunun; HP konsantrasyonundaki artış (57-60); uygulama süresindeki artış (58, 61); sıcaklık artışı (57, 61); genç dişlerde geniş çaplı dentin tübüllerinin varlığı (62); diş yapısı ile ilgili varyasyonlar, asitleme veya restorasyon varlığı (63-66), ışık aktivasyonu (67) gibi faktörlerden etkilendiği gösterilmiştir.

2.4. Güncel Ağartma Yöntemleri

Dental ağartma tedavileri tüm dünyada en yaygın uygulanan dental işlemlerin başında gelmektedir ve diş hekimi denetiminde uygulandığında oldukça emniyetli ve etkili olduğu kanıtlanmıştır (68, 69).

2.4.1. Vital Dişlerde Ağartma Yöntemleri

Genel olarak vital ağartma tedavileri üç kategoride sınıflandırılmaktadır:

- 1) Yüksek konsantrasyonlu ürünlerle profesyonel olarak diş hekimi tarafından uygulanan ofis tipi ağartma
- 2) Bireye özel üretilen plaklar aracılığıyla diş hekimi kontrolünde, hasta tarafından uygulanan ev tipi ağartma
- 3) Ağartıcı bantlar, jel kalemler gibi tezgah üstü raf ürünleri kullanılarak, diş hekimi kontrolü olmaksızın hasta tarafından uygulanan ev tipi ağartma (70).

Bu yöntemler ayrı ayrı uygulanabileceği gibi kombine olarak da kullanılabilir.

2.4.1.1. Ofis Tipi Vital Ağartma Tedavisi

Klinik ortamda diş hekiminin tam gözetimi altında uygulanan bu tedavi, hızlı sonuç bekleyen, evde ağartma tekniğini yavaş bulan, ağız ortamında bireysel plak kullanımını tolere edemeyen veya ev tipi ağartma yönteminde uygulanan ağartma jelinin tadından hoşlanmayan bireyler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir.

Ofis tipi ağartma tedavisinde uygulanan ürünlerdeki HP konsantrasyonu (%30-40), ev tipi ağartma tedavisinde kullanılanlara kıyasla daha yüksektir. Ofis tipi ağartma tedavisini uygularken HP'in kostik etkisine karşı dikkatli olunmalı, materyalin uygulanması ve uzaklaştırılması esnasında oldukça özen gösterilmelidir. Öncelikle hasta ve doktor koruyucu gözlük kullanmalıdır. Gözler, yanaklar, dudaklar, diş etleri ve yanma riski bulunan yumuşak dokularda koruma ve izolasyon mutlaka yapılmalıdır (71). Çevre yumuşak dokular ve diş etleri, koruyucu bir bariyerle ve lastik örtü ile kapatılmalıdır (72).

Işık kaynaklarının kullanılmaya başlamasıyla, klinikte uygulanan ağartma işlemleri daha popüler hale gelmiştir. Günümüzde peroksitler Argon, karbondioksit ve diyot lazerler, plazma ark lambalar, kızılötesi lambalar ve kuartz halojen lambalar gibi ışık kaynaklarıyla birlikte kullanılabilir. Ancak ışık kaynaklarının kullanımı sonucunda açığa çıkan ısı, dişlerde dehidratasyona ve hassasiyete sebebiyet verebilmektedir (30).

Kullanılan ürünün üretici firma önerilerine bağlı olarak değişiklik göstermekle birlikte; tedavinin haftada 1 seans olmak üzere toplam 2 ile 6 seans arasında tekrarlanması

genellikle yeterli olmaktadır (73).

2.4.1.2. Ev Tipi Vital Ağartma Tedavisi

Diş hekimi kontrolü altında başlatılan ancak hasta tarafından evde uygulanan bu tedavide genellikle %10-22 konsantrasyonda KP veya %4-10 konsantrasyonda HP içeren ağartma ürünleri kullanılmaktadır. KP içerikli ev tipi ağartma ürünlerinin etki mekanizması, düşük konsantrasyondaki HP'in diş yapısına yavaş ve kademeli olarak salınmasıdır. Ortamda su bulunduğunda, KP'in bileşenleri olan HP ve üre arasındaki zayıf bağlantı kolayca bozulmaktadır. Yüzde on (%10) konsantrasyonda KP içeren bir ağartma materyalinden yaklaşık %3,3-3,5 konsantrasyonda HP açığa çıkmaktadır (74, 75).

Ev tipi vital ağartma tedavisi, gece koruyucu plağı ile ağartma olarak da bilinmektedir. Bu yöntem, bireye özel hazırlanan plaklar içerisine yerleştirilen düşük konsantrasyonda peroksit içeren ağartma materyalinin günlük 6-8 saat süreyle ve 2-6 hafta boyunca kullanılması şeklinde uygulanır.

Diş hekiminin kontrolü altında, %10'luk KP uygulanarak yapılan ev tipi ağartma en güvenli kabul edilen vital ağartma yöntemidir (68).

Ancak bazı durumlarda ofis tipi ağartma tedavisinin avantajları göz ardı edilemez. Tedavi süresinin kısalığı nedeniyle birey tarafından konforlu bulunması ve özellikle yaşlı hastalar tarafından tercih edilmesi veya ağartma tedavisi boyunca tam bir gözetim gerektiren küçük çocuklarda daha emniyetli olması gibi nedenler dolayısıyla avantajlıdır. Aynı zamanda, bireysel plakları tolere edemeyen ve hızlı sonuç isteyen hastalar ofis tipi ağartmayı bilhassa tercih edebilmektedir.

2.4.2. Devital Dişlerde Ağartma Yöntemleri

Günümüzde hastaların yakındığı estetik problemlerden bir diğeri devital dişlerin renklenmesidir. Renklenme, travma sonucu oluşan kanamanın dentine penetre olması, kanal tedavisi sonrası pulpa odasında artakalan pulpanın yıkım ürünlerinden veya kanal tedavisinde kullanılan siman ve restoratif materyallerden kaynaklanabilmektedir (76).

2.4.2.1. Kron İçi Devital Ağartma Tedavisi

Kron içi ağartma yöntemleri; termokatalitik yöntem, “walking bleaching” yöntemi ve görünür ışıkla aktive edilen ağartma yöntemi olarak sınıflandırılır. Termokatalitik yöntemde ağartma materyaline ısı; görünür ışıkla aktive edilen ağartma yönteminde ise LED veya halojen polimerizasyon cihazı aracılığıyla görünür mavi ışık uygulanır. Her iki yöntemde de açığa çıkan ısının kökte rezorbsiyona neden olabildiği bildirilmiştir (49, 77, 78).

Walking Bleaching yöntemi, kısa zamanda uygulanması, hasta ve hekim açısından daha rahat bir tedavi sunması açısından sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir (79). Yöntem ilk olarak kavitenin hazırlanması ile başlar. Kanal dolgu patı, dişin servikal seviyesinin 2-3 mm kadar altına indirilir. Ağartma materyalinin dentin tübülleri vasıtasıyla periodontal ligamentte enflamasyon ve dişte eksternal kök rezorbsiyonu oluşturmaması için üzeri çinko fosfat, cam iyonomer, polikarboksilat siman veya mineral trioksit agregat (MTA) ile örtülür (80). Daha sonra ağartma materyali kaviteye uygulanır ve kavite geçici dolgu ile kapatılır.

Bu teknikte ağartma materyali olarak sodyum perborat, hidrojen peroksit ve karbamid peroksit kullanılabilir (81, 82). Bunlar arasındaki en uygun seçimin hidrojen peroksit olduğu iddia edilmektedir (43, 83).

2.4.2.2. Kron Dışı Devital Ağartma Tedavisi

Kron dışı devital ağartma yönteminde, genellikle hemosiderin ile boyanmış dentinden dolayı devital dişlerin ağarması vital dişlere kıyasla daha uzun sürmektedir. Ağartma materyalinin peroksit konsantrasyonu renklenmenin derecesine göre seçilmelidir. Bu yöntem düşük konsantrasyonda hidrojen peroksit içeren ağartma materyali (%10-%20 KP) ile evde birey tarafından plak aracılığıyla uygulanabileceği gibi; yüksek konsantrasyonda hidrojen peroksit içeren ağartma materyali (%30-35 HP) ile klinik ortamda diş hekimi tarafından da uygulanabilmektedir.

2.5. Ağartma Tedavilerinin Yan Etkileri

Ağartma materyallerinin ağız mukozası, diş dokuları veya mevcut restorasyonlarla temas etmesi sonucunda yumuşak ve sert dokular üzerinde birçok yan etki oluşabilmektedir. Farklı yöntemlerle de uygulansa, diş ağartma tedavisi uygulanan hastalarda ortak olarak en sık görülen yan etkiler, diş hassasiyeti ve diş eti irritasyonudur (72, 84-87). Bu etkilerin

büyüklüğü, ağartma materyalinin temas süresi ve HP konsantrasyonu ile ilişkili bulunmuştur (88-90).

Bunlara ek olarak; ağartma tedavilerinin diş sert dokularında ve mevcut restorasyonlarda da değişikliklere neden olduğu kanıtlanmıştır (91-97).

Ağartma materyallerinin mine ve dentin üzerindeki etkileri literatürde yoğun olarak araştırılmıştır (74, 92, 98-100). Morfolojik değişiklikler, yüzey porözitesinin artması, prizmaların açığa çıkması, organik içeriğin azalması, kalsiyum/fosfat oranındaki değişiklikler ve mikrosertliğin azalması ağartma tedavisinden sonra minede meydana gelen başlıca değişikliklerdir. Bu değişiklikler ağartma materyalinin diş ile temas süresine, ürünün pH'ına bağlıdır. Hidrojen peroksit yüksek konsantrasyonlarda uygulandığında, minedeki gerilme dayanımı belirgin şekilde azalmakta, mine mikromorfolojisinde değişiklikler oluşmakta ve interprizmatik materyalde de bir miktar kayıp meydana gelmektedir (101). Hidrojen peroksitin yarattığı güçlü oksidasyonun, ağartma sonrasında mine ve dentinin organik matriksinde ve mineral içeriğinde yarattığı değişiklikler ve mikrosertlikteki azalma, bazı araştırmacılara göre geri dönüşümlü ve klinik olarak önemsizdir (102, 103). Aşınma direncinde azalma (104), yüzey sertliğinin azalması (99, 100), yüzey pürüzlülüğünün artması (99) gibi yan etkiler, dentinde mineye oranla daha belirgin düzeyde ortaya çıkmaktadır. Bu durum, mineden daha fazla organik içeriğe sahip olan dentinin karakteristik yapısı ile açıklanabilir. Dolayısıyla dentin, mineye kıyasla HP'in oksidatif etkisine ve ağartma ürünlerinin asidik pH'ına karşı daha dayanıksızdır (104).

Ağartma tedavisi uygulanan bireylerin dişlerinde restorasyonlar mevcut olabilir. Bu durumda ağartma materyalleri sadece dişlerle değil aynı zamanda mevcut restorasyonlarla da temas eder (105). Ağartma materyalleri, restorasyonlar üzerinde genellikle yüzey pürüzlülüğü (105, 106), mikrosertlik (106), renk (107) ve kenar uyumu (108) ile ilişkili değişikliklere neden olmaktadır.

Ofis tipi ağartma materyallerinin hibrit rezin restoratif materyallerde hafif derecede yüzey pürüzlülüğü (91) ve mikroskobik çatlaklara yol açtığı (94) ayrıca amalgam, cam iyonomer ve porselen gibi restoratif materyallerde de hafif düzeyde etkiler oluşturduğu bildirilmiştir (109). Ağartma tedavileri esnasında dişlerde mevcut olan direkt ve indirekt restoratif materyallerin renk, parlaklık ve floresans gibi özelliklerinin değişikliğe uğradığı bilinmektedir (110-113).

Ancak, doğal diş dokusunun renk özelliklerinde meydana gelen değişimler restoratif materyallere kıyasla daha fazla oranda gerçekleşir. Ayrıca, indirekt restorasyonlarda kullanılan kompozit rezinler, ağartma tedavisine maruz kaldıklarında seramiklere kıyasla daha az renk stabilitesi gösterirler (113). Dolayısıyla ağartma tedavilerinin sonunda ortaya çıkan bu renk farklılıkları, ağartma tedavisi tamamlandıktan sonra estetik restorasyonların değiştirilmesini zorunlu kılar. Restorasyonların genellikle ağartma tedavisinden yaklaşık 7-15 gün sonra tamamlanması tavsiye edilir (107, 114, 115).

Ağartma materyallerinin restorasyonlar üzerindeki diğer önemli yan etkileri; restorasyonların kenar sızdırmazlığında artış (116) ve rezine bağlanma dayanımında azalmadır (117). Estetik görünümün bilhassa önemli olduğu dişlerde ağartma tedavisinin tamamlanmasını takiben mevcut restorasyonun yenilenmesi veya ek bir adeziv restoratif tedavi yapılması gerekebilmektedir. Diş ağartma tedavisi tamamlandıktan hemen sonra ilave restoratif tedaviler yapılması gerektiğinde, ağartılmış diş dokuları ile adeziv rezin materyaller arasındaki bağlanma dayanımının azaldığı tespit edilmiştir ve bu durumdan öncelikli olarak HP'in ayrışması sonucu açığa çıkan, mine prizmaları ve dentin içerisinde mahsur kalan rezidüel oksijen sorumlu tutulmaktadır (3, 6, 7). Ağartılmış mine-adeziv arayüzünün SEM altında incelendiği bir çalışma, ağartma tedavisini takiben adeziv uygulanan mine yüzeyinde rezin uzantılarının seyrek oluştuğunu, bazı alanlarda oluşmadığını, tespit edilebilen rezin uzantılarının ise kısa ve bozuk yapıda olduğunu göstermiştir. Ayrıca adeziv tabaka içerisinde baloncuk benzeri yapılar ve boşluklar gözlemlenmiştir. Bu durum hidrojen peroksitten kaynaklanan ve ışıkla polimerizasyon esnasında adeziv tabaka içerisinde mahsur kalan rezidüel oksijene işaret etmektedir (6, 118).

Gerek diş dokusu ile adeziv bağlanma oluşturan kompozit rezin restorasyonların gerekse adeziv simanlarla dişe yapıştırılan protetik restorasyonların veya ortodontik braketlerin, ağartma tedavisini takiben hemen uygulanmaları halinde, klinik başarıları oldukça olumsuz yönde etkilenmektedir (8, 119, 120).

Titley ve ark. (121) dentinin ve dentin sıvısının peroksit ve serbest oksijen radikalleri için rezervuar gibi rol oynadığını, bu yan ürünlerin bir süre sonra pulpal mikrosirkülasyon sayesinde uzaklaştırılacağını veya yüzeyden difüzyon yoluyla uzaklaşabileceğini bildirmişlerdir. Hidrojen peroksitle ağartılan mine dokusunda ise iki haftalık klinik bekleme süresi sonunda, peroksit iyonlarının bozunmaya uğradığı ve peroksit iyonlarının yarattığı yapısal değişikliklerin ortadan kalktığı bildirilmiştir (2, 16, 122). Dolayısıyla, HP'in yan

ürünlerinin (rezidüel oksijen, serbest radikaller) tamamen salınıp dış sert dokularından uzaklaşması ve ağartma sonrası kalıcı restorasyonun başarılı bir şekilde yapılabilmesi için restorasyon yapılmadan önce belli bir süre beklenmesi gerekmektedir. Araştırmacılar 1-3 hafta arasında değişen sürelerde beklenmesi gerektiğini bildirmişler ancak kesin bekleme süresi ile ilgili aralarında bir görüş birliğine varılamamıştır (2, 9-13).

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 (1, 3, 4, 15). Ayrıca kanal tedavisi yapılmış devital dişlerin ağartma tedavisi sonrasında bekletilmesi, kırılmaya ve mikrosızıntı oluşumuna yatkın olan bu dişleri riske atmaktadır (123-125).

Yakın dönemde, ağartılmış diş yüzeylerinde antioksidanların uygulanarak serbest radikal yok edici etkilerinden yararlanılması gündeme gelmiştir. Antioksidanlar, kendi elektronlarını vererek serbest radikalleri nötralize eden maddelerdir. Antioksidanların ağartılmış diş yüzeylerine uygulanması ile, diş yapısında hapsolmuş rezidüel oksijenin uzaklaştırılması, ağartılmış diş yapılarına rezinin bağlanma dayanımındaki azalma probleminin giderilerek hastanın tedavi sonrası bekleme zorunluluğunun ortadan kaldırılması veya bu sürenin en aza indirilmesi, seans sayısının azaltılarak ilave adeziv restoratif işlemlerin mümkünse ağartma tedavisinin bittiği seansta tamamlanabilmesi amaçlanır (3, 7, 16, 17). Ağartma tedavilerinin yanı sıra, sodyum hipoklorit veya ozon gibi irrigasyon solüsyonlarının diş dokularında oluşturduğu oksidizasyonun nötralize edilmesinde de antioksidan kullanımının başarılı olduğu bildirilmiştir (16, 126, 127).

2.6. Serbest Radikaller, Oksidatif Stres ve Antioksidanlar

Oksijen, pek çok metabolik reaksiyonda rol alan ve yaşamın sürdürülebilmesi için vazgeçilmez olan bir elementtir. Bu reaksiyonlar esnasında metabolik oksijen tam olarak indirgenir ve suya dönüştürülür. Oksijenin indirgenmesi tam olarak gerçekleşmezse bir seri reaktif radikaller oluşur (128, 129).

Serbest radikaller, dış orbitallerinde ortaklanmamış elektron bulunduran atom, atom grupları veya moleküllerdir. Serbest radikallerin fazla veya eksik sayıda elektrona bağlı olarak elektriksel yükü bulunur. Ömürleri çok kısa olan ve kararsız bir yapı gösteren bu

tanecikler, kimyasal olarak oldukça aktiflerdir ve etraflarındaki moleküller ile etkileşime girerek bir an önce kararlı hale ulaşmak isterler (130).

Serbest radikaller, reaktif oksijen türleri veya reaktif nitrojen türleri (RNT) şeklinde olabilirler ve bunlar yüksek konsantrasyonlarda oksidatif stres oluştururlar. Oksidatif stres, tüm hücre bileşenlerinde yıkım oluşturabilen zararlı bir süreçtir (131).

Normal metabolik süreç esnasında endojen olarak üretilen, hücre sinyali iletimi ve metabolik süreçlerde önemli rol oynayan ROS aynı zamanda patolojik süreçlerde de etkili olmaktadır. Reaktif oksijen türleri başta lipitler, nükleik asitler ve proteinler olmak üzere tüm hücre bileşenleri ile etkileşebilme ve yoğun bir zarar verebilme potansiyeline sahiptir (132, 133). Dolayısıyla *in vivo* ortamdaki reaktif oksijen türlerinden bazıları hücre fizyolojisinde yapıcı roller üstlenmesine karşın, 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.

Reaktif oksijen türlerinin zararlarına karşılık vücuttaki farklı doğal savunma sistemleri, serbest radikalleri kontrol altında tutmaya çalışmaktadır. İnsan vücudunda “antioksidan” üreterek oksidatif stresle baş etmeyi amaçlayan bazı mekanizmalar vardır. Serbest radikallerin neden olduğu oksidasyonları önleyen, serbest radikalleri yakalama ve stabilize etme yeteneğine sahip maddelere antioksidan adı verilir (132, 134). Antioksidanlar, kendi elektronlarından birini vererek, serbest radikallerin elektron çalma reaksiyonunu sonlandırırlar ve serbest radikalleri etkisiz hale getirirler. Elektronlarından birini serbest radikale veren antioksidanların kendileri serbest radikale dönüşmezler çünkü her iki formda da stabil haldedirler (135, 136).

Antioksidanlar “serbest radikal yok edici” olarak kabul edilirler ve hastalıklardan korunmada ve hastalıkları kontrol altına almada oldukça önemlidirler. Sağlıklı bir yaşamın sürdürülebilmesi için organizmada oksidan-antioksidan dengesinin korunması gereklidir. Serbest radikal oluşumundaki artış ve/veya antioksidan savunma sistemlerindeki bir yetersizlik vücuttaki antioksidan dengesinin bozulmasına ve organizmada oksidatif stres gelişmesine neden olmaktadır (137, 138).

Farklı tipteki antioksidanlar, etkilerini göstermek için çeşitli koşullar altında farklı mekanizmalar veya yollar izlerler. Ana mekanizmalar şunları içerir: Serbest radikal

oksidasyon reaksiyonlarının inhibe edilmesi, otoksidasyon zincir reaksiyonunun ilerlemesinin durdurulması, serbest lipit radikallerinin oluşumunun inhibe edilmesi, tekli oksijen türlerinin nötralize edilmesi, hidro peroksitlerin kararlı bileşiklere dönüştürülerek indirgenmesi; pro-oksidatif enzimlerin inhibe edilmesi; metallerin şelatlanması ve metal-prooksidanların stabil ürünlere dönüştürülmesi ve diğer antioksidanlarla sinerjizm oluşturulması (139-143).

Antioksidanlar *in situ* olarak yani vücut içinde doğal olarak üretilmekte veya yiyecekler ve supplementlerle dışarıdan da alınabilmektedir. Dışarıdan alınan antioksidanlar; vitaminler, mineraller, enzimler ve hormonların yanı sıra gıdalar ve bitkisel takviyeler gibi farklı kaynaklardan da temin edilebilir. Bu takviyeler bar, jel, kapsül, damla ve tablet formlarında olabilir. Son zamanlarda dental materyal üreticileri ve distribütörleri, diş ve diş eti hastalıklarının kontrolü için diş macunlarına, ağız gargaralarına, oral spreylere ve nefes tazeleyici ürünlere antioksidan takviyeleri eklemiştir (144).

Ağız ortamı travma nedeniyle hücre hasarına, bakteri istilasına ve hastalığa neden olabilecek çeşitli etkenlere maruz kalır. Bu nedenle ağız içi dokuları, oksidatif strese bilhassa yatkındır. Oksidatif stresin, periodontitis, aftöz ülser, liken planus ve oral submüköz fibrozis gibi sonradan oral kansere dönüşebilen çeşitli oral hastalıkların gelişmesinde rol oynadığı düşünülmektedir (145). Antioksidanların periodontitis, diş çürükleri, kandida, potansiyel kanserojen bozukluklar ve oral kanserden korunmada ve tedavide etkili olduğu bildirilmiştir (144, 146-154).

Diş hekimliği alanında uygulanan pek çok tedavi materyali, serbest radikal oluşumuna yol açan dış kaynaklı etkenler olarak rol oynarlar. Bunların en başında dental ağartma materyalleri yer almaktadır. Ağartma materyalleri haricinde; kompozit rezin dolgular, simanlar, seramik restorasyonlar, metal içerikli restorasyonlar, dental implantlar ve kanal içi medikamanların da serbest radikal oluşumuna neden oldukları bildirilmiştir (136).

Diş ağartma tedavisi tamamlandıktan hemen sonra diş yüzeylerine antioksidanların uygulanarak serbest radikal yok edici etkilerinden yararlanılması amacıyla ilk kez Lai ve ark., çalışmalarında askorbik asit (C vitamini) ve tuzlarını (sodyum askorbat) kullanmıştır. Askorbik asit ve tuzları (sodyum askorbat), biyolojik sistemlerde reaktif serbest radikalleri yok edebilen etkili sentetik antioksidanlardır. Sodyum askorbat; nötral, toksik olmayan, biyoyumlu ve sentetik bir antioksidandır. Yüzde 10'luk sodyum askorbat solüsyonunun,

ağartılmış diş yüzeyine uygulandığında rezin-mine ya da rezin-dentin bağlanma dayanımındaki azalmayı geri döndürdüğü birçok çalışmada bildirilmiştir (3, 4, 155). Aynı amaçla alfa-tokoferol (7), katalaz (5), sodyum bikarbonat (5) gibi başka sentetik antioksidanların da kullanıldığı çalışmalar literatürde yerini almıştır.

Son dönemde doğal bitkilerin sahip oldukları antioksidan kapasiteleri oldukça ilgi çekmekte ve serbest radikaller aracılığıyla oluşan pek çok hastalığa karşı kullanılmak üzere yoğun şekilde araştırılmaktadır. Bazı sentetik antioksidanların çeşitli yan etkileri (karsinojenite, toksisite vb.) (18) bulunabilmesinden dolayı sentetik antioksidanların yerine kullanılacak doğal antioksidanlar araştırılmaktadır (19, 20). Ağız ortamında ağartılmış diş yüzeylerine uygulanabilecek etkili, emniyetli, sentetik olmayan, doğal bir antioksidan tedavi protokolü geliştirebilmek amacıyla çalışmalarını doğal antioksidanlar üzerinde yoğunlaştırmışlardır (1, 15).

Bitki ekstraktlarının kompozisyonlarında bulunan geniş spektrumdaki antioksidan ve antimikrobiyal bileşikler sebebiyle doğal antioksidanlar, bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve bütillenmiş hidroksianisol (BHA) gibi sentetik antioksidanlara kıyasla özellikle tercih edilirler. Yüksek oranda ve geniş spektrumda açığa çıkan antioksidan aktivite, bitki ekstraktlarının kompozisyonlarında kombine halde bulunan iki veya daha fazla bileşiğin etkileşiminden kaynaklanır (156, 157).

Farklı antioksidan bileşikler arasındaki etkileşimler sinerjistik, aditif veya antagonistik olabilmektedir. Kombine edilen iki veya daha fazla bileşiğin açığa çıkardığı etki, her birinin tek başına oluşturacağı etkinin toplamından daha büyük olması halinde sinerjistik etki, daha küçük olması durumunda ise antagonistik etki oluşmuştur. Kombine edilen iki veya daha fazla bileşiğin açığa çıkardığı etki, her birinin tek başına oluşturacağı etkinin toplamı kadar olduğunda bu durum aditif etki olarak adlandırılır. Bitkiler, sebzeler, meyveler veya bunların işlenmiş ürünlerinde ölçülen toplam antioksidan kapasite; kompozisyonlarındaki antioksidan özellikli bileşiklerin arasında oluşan sinerjistik, antagonistik ve aditif etkilerin net bir sonucudur (158-160).

Bitki ekstraktları gibi farklı doğal ürünlerin birbiriyle karıştırılması ile veya doğal ve sentetik antioksidanların kombinasyonu yoluyla antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerde sinerjistik etki oluşturulabildiği gösterilmiştir (161). Farklı doğal bitki ekstraktları kombine edilerek veya sentetik ve doğal antioksidanlar birbiriyle karıştırılarak (162) açığa çıkan

sinerjistik etkileşimden yararlanmak ve antioksidan etkiyi arttırmak mümkündür. Sinerjistik antioksidan etkinliğin araştırıldığı çalışmalarda, yalnızca fenolik ve flavonoid bileşikleri içeren bitki ekstraktları değil, aynı zamanda doğal bitki ekstraktlarından izole edilen ve molekül ağırlığı belirli olan saf bileşikler de kullanılabilir. H. Hajimehdipoor ve ark. (163) çalışmalarında dört fenolik bileşiğin (kafeik asit, gallik asit, rosmarinik asit, klorojenik asit) ve iki flavonoid bileşiğinin (rutin ve kuersetin) farklı kombinasyonlarının sinerjistik ve antagonistik antioksidan etkileşimlerini değerlendirmişlerdir. Çalışmaya dahil edilen tüm bileşiklerin ikili ve üçlü kombinasyonları ile bileşiklerin tek başlarına kullanıldığında açığa çıkan antioksidan etkiler birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Tüm gruplar arasında en yüksek antioksidan etkinlik, gallik asit ve kafeik asit kombinasyonunda (%137,8) ölçülmüştür. Bir başka deyişle, en yüksek sinerjistik etkileşim gallik asit-kafeik asit ikili kombinasyonundan elde edilmiştir. Bazı üçlü bileşik kombinasyonları ise antagonistik etki göstermiştir. Çalışmada ayrıca fenolik bileşiklerden rutin antioksidan aktiviteyi etkilemediği tespit edilmiştir.

Sinerjistik etkileşimler, kombinasyondaki farklı ilaç dozlarının gerekliliğini azaltır, böylece tek bir ilacın yüksek konsantrasyonlarının neden olduğu yan etkiler de azaltılmış olur. Farmasötik endüstride sinerjistik etkileşimden yararlanılarak antioksidan etkinliğin düşük maliyetli bir şekilde artırılabilmesi amaçlanır (163-165). Fitokimyasal ve/veya sentetik biyoaktif bileşiklerin karışımı, tek bir bileşikten daha fazla oranda biyoaktiviteye sahip olduğundan oksidasyon sürecinde daha etkili olmaktadır (166).

Literatür incelendiğinde; bazı araştırmacıların doğal antioksidanlara ulaşmak amacıyla, ticari olarak satılan kapsül veya tablet formundaki supplement preparatlarından yararlandıkları görülmektedir (3, 167, 168). Doğal antioksidan bitki ekstraktı elde etmek amacıyla supplementlerin kullanıldığı çalışmaların dezavantajlı olarak kabul edilebilecek bir yanı, kapsül ya da tabletlerin içeriğindeki bitki ekstraktlarının katkı maddeleri içermeleri, saf olmamaları ve bu durumun çalışmalarda araştırmacılar tarafından göz ardı edilmesidir (169, 170).

Ağartılmış diş dokusu üzerindeki serbest radikal yok edici/antioksidan etkinliği incelenen supplement preparatları arasında; kuru üzüm çekirdeği (proantosiyanidinler) (2), yeşil çay (EGCG) (15, 17, 167, 171), domates (likopen) (2), nar kabuğu (167, 171), biberiye (1), kurbağaothu (pedicularis) (1), çam kabuğu ekstraktları (119) ve aloe vera (171)

bulunmaktadır. Ancak etkinliği çeşitli çalışmalarla kanıtlanmış, klinik kullanıma uygun formda geliştirilmiş bir doğal antioksidan tedavi protokolü henüz bulunmamaktadır.

Diş hekimliği alanında yapılan çalışmalarda ise yeşil çayın çürük önlemede (172), erozyon ve abrazyon durumlarındaki dentin kaybını azaltmada (173), halitozisi azaltmada (172), MMP (matriks metalloproteinazları) inhibisyonu yoluyla rezin-dentin arayüzündeki bağlanmayı arttırmada (174) etkili olduğu bildirilmiştir.

Yeşil çay, *Camellia Sinensis* bitkisinin yapraklarından ekstrakte edilir. Yapısında yaklaşık 4000 bioaktif bileşik içerir ve bunlar ağırlıklı olarak polifenoller (kateşinler ve flavonoidler), gallik asit ve fenolik asitlerdir (klorojenik ve kafeik asit). Yeşil çayda en aktif olan ve en fazla bulunan kateşin ‘‘Epigallokateşin gallat’’tır (Epigallocatechin-3-gallate, EGCG). Epigallokateşin gallat’ın antikanser ve antioksidan özellikleri iyi bilinmektedir. Ayrıca yeşil çayın antiinflamatuvar ve antimikrobiyal aktiviteleri de bulunur (175).

Latince adı *Rosmarinus officinalis L.* olan biberiye, Lamiaceae (Labiatae) familyasına ait önemli bir tıbbi ve aromatik bitki türü olarak kabul edilmektedir (164). Biberiye yapraklarından elde edilen ekstraktın antioksidan olarak kullanılabileceği ilk defa Rac ve Ostric-Matijasevic tarafından rapor edilmiştir. Çalışmalar biberiye ekstraktlarında karnosol, karnosik asit, rosmanol, rosmadial, epirosmanol, isorosmanol, rosmaridifenol, rosmariquinon ve rosmarinik asit olmak üzere antioksidan etkiye sahip 9 farklı fenolik bileşik bulunduğunu tespit etmiştir. Richeimer ve ark. (176) biberiye ekstraktının en güçlü antioksidan aktivite gösteren bileşiminin karnosik asit olduğunu ve bunun diğer bir bileşimi olan karnosolden 3 kat; BHT ve BHA gibi sentetik antioksidanlardan da 7 kat daha yüksek aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir .

Son yıllarda biberiyenin de aralarında bulunduğu, fenolik bileşiklerce zengin bazı aromatik bitkilerin gıda endüstrisinde (gıdalarda koruyucu madde olarak) kullanımına yönelik çalışmalar artmıştır. Bunlar arasında biberiye, günümüzde Avrupa ve ABD’de antioksidan olarak kullanıma sunulan tek ticari ürün durumundadır (177). Yapılan bilimsel çalışmalarla biberiyenin antibakteriyel, antioksidan, antiviral ve bağışıklık sistemini iyileştirici etkileri bildirilmiştir (177, 178).

2.7. Adezyon

Adezyon; farklı moleküller arasındaki çekim kuvveti anlamına gelmektedir. Kohezyon ise moleküller arası çekim kuvveti benzer moleküller arasında olduğunda kullanılan bir terimdir. Adezyonu oluşturan madde adeziv, adezivin uygulandığı madde ise aderent olarak adlandırılır (179). Adeziv materyal genellikle akışkan bir sıvıdır. Bir yükü bir yüzeyden diğerine aktararak ve katılaşılarak iki substratı birleştirir. Bağlanma veya bağlanma dayanımı, bir adezivin yük taşıma kapasitesinin ölçüsüdür (180).

Dört farklı adezyon mekanizması tanımlanmıştır:

1. Mekanik adezyon: adeziv maddenin substrat ya da aderent yüzeyindeki düzensizlikler ile birbirine kenetlenmesidir

2. Adsorpsiyon adezyonu: adeziv ile aderent arasındaki kimyasal bağlar; ilgili kuvvetler primer (iyonik ve kovalent) veya sekonder (hidrojen bağları, dipolar etkileşimi veya van der Waals bağları) kuvvetler olabilir.

3. Diffüzyon adezyonu: iki polimerin, polimer zincir uçlarının difüzyonu yoluyla bağlanmasıyla oluşan hareketli moleküller arasında kenetlenmedir.

4. Elektrostatik adezyon: toplam bağlanma mekanizmasının bir parçası olan bir polimer ile bir metalin ara yüzeyinde oluşan elektriksel çift katlı tabakadır (179).

Diş hekimliğinde kullanılan rezin esaslı materyallerin diş dokularına bağlanması dört mekanizma ile açıklanmıştır:

1. Mekanik: Rezinin penetrasyonu sayesinde diş yüzeyinin içine uzanan rezin uzantılarının (resin tag) oluşumu

2. Adsorpsiyon: Diş yapısının inorganik (hidroksiapatit) veya organik (temel olarak tip I kollajen) yapısına kimyasal bağlanma

3. Diffüzyon: Rezin monomerlerin mekanik veya kimyasal olarak bağlanabileceği maddelerin diş yüzeyine çökmesi

4. İlk üç mekanizmanın kombinasyonu (181).

Başarılı bir bağlanma oluşturulabilmesi için, adeziv ile bağlanma sağlanacak yapı/substrat (mine/dentin) arasında tam bir temas bulunmalıdır. Adezivin yüzey gerilimi, substratın yüzey enerjisinden daha düşük olmalıdır.

Rezinlerin diş yapısına bağlanmasında ortaya çıkan başlıca problem, metakrilat bazlı rezinlerin polimerizasyon esnasında meydana gelen büzölmeleridir (182). Dental adeziv sistemler, kompozit rezinlerin büzölme stresine direnebilecek derecede güçlü bir bağlanma sağlamalıdır.

2.7.1. Mine Adezyonu

Mine dokusu insan vücudunun en sert dokusudur. Kimyasal olarak mine, yüksek oranda mineralize bir yapıdır. Hidroksiapatit, mine dokusunda en fazla oranda bulunan (hacimce %90-%92) mineral bileşenidir. Diğer mineraller ve eser elementler daha küçük miktarlarda bulunur. Diş minesinin diğer bileşenleri organik matris proteinleri (%1-%2) ve sudur (%4 -%12). Mine yapısal olarak, milyonlarca mine prizmasından, prizma kınından ve aralarındaki interprizmatik matriksten meydana gelir. Mine prizmanın yapısal bileşenleri, boyut ve şekil olarak değişen milyonlarca küçük, apatit kristalitlerdir (183).

Mine dokusunun asitle pürüzlendirilmesi, mine prizmalarını kısmen çözerek hidroksiapatit kristalleri arasında mikropöröziteler oluşturur ve düzgün mine yüzeyini girintili çıkıntılı bir yüzeye dönüştürerek serbest yüzey enerjisini artırır. Akışkan özellikteki rezin esaslı materyal, asitlenmiş mine yüzeyine uygulandığında, kapiller etki ile rezin monomerler yüzeye penetre olur. Monomerlerin polimerizasyonundan sonra mine yüzeyi ile mikromekanik kilitleme sağlanır ve bu sürecin sonunda mine dokusuna bağlanma gerçekleşir (184, 185). Mine yüzeyinde asitle pürüzlendirme işlemi sonucunda oluşan mikropöröziteli yapının içine monomerlerin penetre olarak oluşturdukları rezin çıkıntılar, mine-rezin bağlanmasının temel mekanizmasıdır (185-187).

İlk defa Buonocore'un mine dokusuna %85 konsantrasyonda fosforik asit uygulamasıyla başlayan minenin asitlenmesi işlemi için günümüze kadar çeşitli konsantrasyonlarda fosforik asit denenmiştir. Günümüzde yaygın olarak %37 konsantrasyonda fosforik asit jel tercih edilmektedir (188-190).

2.7.2. Dentin Adezyonu

Dentin dokusu yaklaşık olarak %50 inorganik yapı, %30 organik yapı ve %20 oranda sudan oluşur. Organik yapı yaklaşık %90 oranda tip I kollajen ve %10 kolajen olmayan proteinlerden oluşur. Dentin dokusu mineye kıyasla daha yüksek oranda su ve organik doku içermektedir (183).

Mineye bağlanmanın aksine dentine bağlanma daha karmaşık bir işlemdir. Mine ve dentine bağlanma arasındaki bu farklılığın nedeni birkaç faktöre dayanır. Mine hacimce %90'dan fazla hidroksiapatit içeren yüksek oranda mineralize bir doku iken, dentin önemli miktarda organik materyal (esas olarak tip I kollajen) ve su içerir. Ayrıca dentin yapısal olarak, pulpayı mine-dentin sınırına bağlayan yoğun bir kanal ağı içermektedir (179). Dentin dokusu, dentin kanallarının içerisindeki sıvı yani dentin lenfi sayesinde içsel olarak daima nemli olan bir dokudur. Mine-dentin birleşimine doğru yaklaşık 20.000/mm² olan dentin kanallarının sayısı pulpaya yakın bölgede 45.000/mm²'ye ulaşmaktadır (191). Ayrıca dentin kanallarının çapı periferde 0.63 µm iken pulpa yakınında 2.37 µm civarındadır (192). Dentinin sahip olduğu bu kompleks histolojik yapıdan kaynaklı olarak dentin dokusuna bağlanma mineye kıyasla daha zordur.

Adezyon, diş prepare edildikten sonra kalan dentin kalınlığından etkilenebilmektedir. Yüzeysel dentin ile kıyaslandığında genellikle derin dentinde bağlanma dayanımı daha zayıftır (193-195).

Diş yapısı frez veya başka bir aletle prepare edildiğinde, rezidüel organik ve inorganik bileşenler yüzeyde bir "smear tabakası" oluşturur (196, 197). Yaklaşık 1-7 µm kalınlığındaki bu smear tabakasının bileşimi temel olarak hidroksiapatit ve yapısı bozulmuş kollajendir. Smear tabakası, dentin kanal ağzlarını doldurduğunda, smear tıkaçları oluşur ve dentin geçirgenliğinde yaklaşık %90 oranında azalma meydana gelir (198).

Smear tabakasının asitle pürüzlendirme yoluyla uzaklaştırılması, *in vitro* ortamda rezinin dentine bağlanma dayanımında önemli derecede artış sağlamıştır (199-202). Dentin dokusuna asit uygulanması, smear tabakasının kısmen veya tamamen uzaklaşmasına ve altta bulunan dentinin demineralizasyonuna yol açar (203). Asit uygulamasını takiben, peritübüler dentin ve intertübüler dentinde demineralizasyon oluşur ve dentin tübüllerinin ağzı genişler. Ayrıca dentinde mineral desteğini kaybeden kollajen fibrillerin yoğun bir ağ oluşturması ile birlikte intertübüler dentinin mikroporozitesi artar (179, 204).

Asit uygulaması sonrasında dentin yüzeyi yıkanarak asit kalıntıları uzaklaştırılır. Başarılı bir adezyon sağlayabilmek için dentin yüzeyi hafif nemli şekilde bırakılmalıdır. Dentin yüzeyinin aşırı derecede kurutulması, kollajen ağda çökmeye neden olur. Bu durum primer ve adezivin penetrasyonuna engel olarak başarısız bir bağlanma ile sonuçlanır (205, 206).

Nemli dentin yüzeyine, bifenil dimetakrilat (BPDM), hidrofilik hidroksietil metakrilat (HEMA) ve hem hidrofilik hem de hidrofobik grupları içeren 4-metakriloksi etil trimellitik anhidrat (4-META) gibi “primer”lar uygulanır. Hidrofilik ve hidrofobik monomerler sayesinde birbirinden farklı yapılar olan dentin ve rezin arasında bağlanma sağlanabilmektedir (207).

Primer ve bonding rezin, asitle pürüzlendirilmiş dentin yüzeyine uygulandığında, intertübüler dentine penetre olarak “hibrit tabaka” olarak adlandırılan bir rezin-dentin interdifüzyon bölgesi oluşturur. Aynı zamanda açık dentin tübüllerine penetre olarak burada polimerize olurlar ve rezin uzantılarını oluştururlar (179). Dentin dokusuna bağlanma, esasen rezin ile kollajen arasındaki mikromekanik kilitlenme ile ilişkilidir (205-207).

2.8. Bağlanma Dayanımı Testleri

Adeziv materyallerin mine ve dentine bağlanma etkinliğini değerlendirmek için klinik (*in vivo*) çalışmalar ve laboratuvar (*in vitro*) testleri yapılmaktadır. Adeziv sistemlerin klinik çalışmalarla değerlendirilmesi pahalı ve zaman alıcıdır. Aynı zamanda klinik değerlendirmelerde standardizasyonu sağlamak oldukça zordur (208). Adezyon konusundaki güncel gelişmeler ile birlikte birçok yeni adeziv sistem piyasaya sürülmekte olduğundan, adeziv sistemlerin etkinliğinin tespiti için öncelikle laboratuvar çalışmaları tercih edilmektedir (209, 210). Adeziv materyallerin bağlanma etkinliğini karşılaştırmalı olarak değerlendirmek amacıyla bağlanma dayanımı testleri yapılmaktadır (211). Makaslama (shear), gerilim (tensile) ve mikro gerilim (micro-tensile) bağlanma testleri en sık kullanılan bağlanma dayanımı testleridir (212-214).

2.8.1. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testleri

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 (mm²) bölünmesiyle *megapascal* (MPa= 1N/mm²) cinsinden hesaplanır (212, 214).

Makaslama bağlanma dayanımı testi, örnek hazırlanmasının kolay olması ve klinik ortamdaki yük dağılımını iyi bir şekilde yansıtabilmesi sebebiyle bağlanma kuvveti çalışmalarında en sık kullanılan yöntemlerden biridir (215).

Makaslama bağlanma dayanımı testi Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) tarafından tanımlanmıştır. ISO/TR 11405 standardı makaslama testlerinde ideal yaklaşma hızını 0,75±0,30 mm/dk olarak belirtmişlerdir. Bu değer üzerindeki hızların anormal stress dağılımına yol açarak koheziv kırıklara sebep olacağını söylemişlerdir (216).

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 (217).

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 kütleli 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 gelen örneğin; diş dokusu ile kompozit rezin arasında meydana gelen kırılma tipidir. Koheziv kırılmalar ise aynı materyalin kendi içinde örneğin; diş dokusu veya kompozit rezinin kendi içinde oluşan kırılma tipidir. Karma kırılmalar, adeziv ve koheziv kırılma tiplerinin bir arada görüldüğü kırılma tipidir (179).

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.

Adeziv bağlanmadaki başarısızlıklar sonucunda 3 bölgede kırılmalar oluşabilmektedir (179):

1. Substrat içerisindeki koheziv kırılmalar

2. Adeziv içerisindeki koheziv kırılmalar

3. Adeziv kırılmalar veya substrat ve adeziv arayüzündeki kırılmalar



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Çalışmada Kullanılan Cihaz, Ekipman ve Materyaller

Bu *in vitro* çalışma, Adnan Menderes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma ve Geliştirme Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Deneysel antioksidan solüsyonlarının hazırlanmasında kullanılan saf bitki ekstraktları (yeşil çay ve biberiye), Adnan Menderes Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Biyokimya Anabilim Dalı'ndan temin edilmiş ve antioksidan solüsyonlar bu kurumda hazırlanmıştır. Çalışmada kullanılan cihaz ve ekipmanlar Tablo 1'de; materyaller ise Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan cihaz ve ekipmanlar.

Cihaz	Marka ve Modeli	Üretici Firma
Elektrikli mikromotor	Saeshin, Strong 210	Daegu, Kore
Piyasemen	Saeshin, Strong 210	Daegu, Kore
Aerotor	Sirona, T2 Boost	Salzburg, Avusturya
Dijital kaliper	AEK-Tech	California, ABD
LED polimerizasyon cihazı	Monitex, BlueLEX LD-109	New Taipei City, Tayvan
Stereomikroskop	Olympus, SZ61	Munster, Almanya
MBD test cihazı	Mod Dental, Esetron Smart	Ankara, Türkiye
Hassas (analitik) tartı	Radwag, AS 220/C/2	Radom, Polonya
pH metre	Hanna, pH 211	Rhode Island, ABD
Otomatik pipet	Isolab Pipette by CAPP	Wertheim, Almanya
Masaüstü çalkalayıcı	Promax 2020, GmbH & Co KG	Kelheim, Almanya
Rotary evaporatör	IKA RV 05 basic 1B	Staufen, Germany
Etüv cihazı	Memmert UNB 400	Schwabach, Almanya

Tablo 2. Çalışmada kullanılan materyaller

Marka (Seri no)	Materyal	İçerik	Üretici firma
Filtek Z250 (N842589)	Nanodoldurucu kompozit rezin materyali	İnorganik doldurucular (%60), Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD
K-Etchant (2Q0035)	Asit jel	Fosforik asit (%35)	Kuraray, New York, ABD
Adper Single Bond 2 (N853720)	İki aşamalı asitle&yıka tip adeziv	HEMA, Bis-GMA, dimetakrilat, metakrilat fonksiyonlu kopolimer, poliakrilik ve poliitakonik asitler, su, ethanol	3M ESPE, St. Paul, MN, ABD
Opalescence Boost PF (M1080108)	Ofis tipi ağartma jeli	Hidrojen peroksit (%40), florür (%1,1), potasyum nitrat (%3)	Ultradent, Inc., South Jordan UT, ABD
Leaddent (XN174L05)	Otopolimerizan soğuk akril rezin	Polimetilmetakrilat esaslı akrilik, metilmetakrilat monomer	İzmir, Türkiye
Sodium L-ascorbate (BCBT8088)	Sentetik Antioksidan	L(+)-Askorbik asit sodyum tuzu (BioXtra, ≥ %99) C ₆ H ₇ NaO ₆	Sigma- Aldrich, St. Louis, ABD

3.2. Dişlerin Seçimi ve Örneklerin Hazırlanması

Çalışmamızda mezbahanedan elde edilen ve 2 yaşını geçmemiş sığırlardan toplanan 280 adet sığır kesici dişi kullanılmıştır. Dişler öncelikle akar su altında periodontal küret yardımıyla eklentilerinden arındırılmış ve 1 hafta süreyle %0,1'lik timol solüsyonu içerisinde bekletilerek dezenfekte edilmiştir. Deney anına kadar distile su içerisinde muhafaza edilen dişler çekimden sonraki en geç bir ay içerisinde kullanılmıştır.

Elektrikli mikromotor, buna bağlanan piyasemen ve elmas separeler yardımıyla her diş mine-sement birleşiminden kesilerek kron ve kök olarak ikiye ayrılmış ve çalışmada kullanılmayacak olan kök kısımları uzaklaştırılmıştır (Resim 1). Daha sonra kronlar, insizoapikal yönde kesilerek fasiyal ve lingual olmak üzere iki segmente ayrılmıştır. Çalışmaya, kronların nispeten kurvatürsüz ve düz yüzeye sahip olan fasiyal segmentleri dahil edilmiştir.



Resim 1. Çalışmada kullanılan dişlerin kron ve kök kısımlarının ayrılması

Örneklerin taşınmasında, numaralandırılmasında ve test cihazına yerleştirilmesinde kolaylık sağlaması amacıyla; 2,5 cm çapında 4 cm yüksekliğinde silindirik pvc kalıplar kullanılmıştır. Tüm diş segmentleri, fasiyal mine yüzeyleri üstte ve açıkta kalacak şekilde, pvc kalıplara yerleştirilen otopolimerizan soğuk akril rezin (Leaddent; İzmir, Türkiye) içerisine gömülmüştür.

3.3. Mine ve Dentin Örneklerinin Gruplandırılması

Toplam 280 adet diş segmentininin 140 adeti çalışmada mine örneği olarak kullanılmıştır (Resim2). Mine örnekleri, uygulanacak tedavi protokolleri esas alınarak rastgele 7 gruba ayrılmış ve her grupta 20 adet örnek yer almıştır. Diş segmentlerinin kalan 140 adeti ise dentin örneğine dönüştürülmüştür (Resim 3). Bu amaçla diş segmentlerinin

fasiyal mine yüzeyleri, aerotor ve 010 numara elmas fissür frez kullanılarak, dentin yüzeyleri açığa çıkana kadar su soğutması altında aşındırılmıştır. Dentin örnekleri de tedavi protokolleri esas alınarak rastgele 7 gruba ayrılmış ve her grupta 20 adet örnek yer almıştır.



Resim 2. Çalışmada kullanılan 140 adet mine örneği



Resim 3. Çalışmada kullanılan 140 adet dentin örneği

Mine ve dentin örneklerinin gruplandırılmaları aşağıda açıklanmış ve Tablo 3 ve Tablo 4’de gösterilmiştir.

3.3.1. Mine Örneklerinin Gruplandırılması

Gr M1: Mine örneklerine ağartma tedavisi uygulanmadan restorasyonların tamamlandığı grup

Gr M2: Mine örneklerine ağartma tedavisi uygulandıktan sonra (antioksidan tedavisi uygulanmadan) restorasyonların hemen tamamlandığı grup

Gr M3: Ağartma tedavisi uygulandıktan sonra (antioksidan tedavisi uygulanmadan) mine örneklerinin etüvde, distile su içerisinde 37°C’de 2 hafta süreyle bekletildiği ve daha

sonra restorasyonların tamamlandığı grup

Gr M4: Ağartılmış mine örneklerine 10 dk süreyle %10'luk sentetik sodyum askorbat solüsyonunun uygulandığı ve hemen sonra kompozit restorasyonların tamamlandığı grup

Gr M5: Ağartılmış mine örneklerine 10 dk süreyle %10'luk yeşil çay ekstraktından hazırlanan doğal antioksidan solüsyonunun uygulandığı ve hemen sonra restorasyonların tamamlandığı grup

Gr M6: Ağartılmış mine örneklerine 10 dk süreyle %10'luk biberiye ekstraktından hazırlanan doğal antioksidan solüsyonunun uygulandığı ve hemen sonra restorasyonların tamamlandığı grup

Gr M7: Ağartılmış mine örneklerine 10 dk süreyle %10'lik yeşil çay ve %10'lik biberiye ekstraktı kombinasyonundan hazırlanan doğal antioksidan solüsyonunun uygulandığı ve hemen sonra restorasyonların tamamlandığı grup

Tablo 3. Mine örneklerinin gruplandırılması

Gruplar (n=20)	Ağartma Tedavisi	DeneySEL Antioksidan Tedavisi	Restorasyon Öncesi Bekleme Süresi
Gr M1	-	-	-
Gr M2	Hidrojen Peroksit (% 40) 20 dk süreyle x 3 uygulama	-	-
Gr M3	Hidrojen Peroksit (% 40) 20 dk süreyle x 3 uygulama	-	2 hafta bekleme
Gr M4	Hidrojen Peroksit (% 40) 20 dk süreyle x 3 uygulama	Sodyum Askorbat Solüsyonu (%10), 10 dk süreyle	-
Gr M5	Hidrojen Peroksit (% 40) 20 dk süreyle x 3 uygulama	Yeşil Çay Ekstraktından Hazırlanan Antioksidan Solüsyonu (%10), 10 dk süreyle	-
Gr M6	Hidrojen Peroksit (% 40) 20 dk süreyle x 3 uygulama	Biberiye Ekstraktından Hazırlanan Antioksidan Solüsyonu (%10), 10 dk süreyle	-
Gr M7	Hidrojen Peroksit (% 40) 20 dk süreyle x 3 uygulama	Yeşil Çay (%10)-Biberiye (%10) Ekstrakt Kombinasyonundan Hazırlanan Antioksidan Solüsyonu, 10 dk süreyle	-

3.3.2. Dentin Örneklerinin Gruplandırılması

Gr D1: Dentin örneklerine ağartma tedavisi uygulanmadan hemen restorasyonların tamamlandığı grup

Gr D2: Dentin örneklerine ağartma tedavisi uygulandıktan sonra (antioksidan tedavisi uygulanmadan ve bekletilmeden) hemen restorasyonların tamamlandığı grup

Gr D3: Ağartma tedavisi uygulandıktan sonra (antioksidan tedavisi uygulanmadan) dentin örneklerinin 2 hafta süreyle etüvde, distile su içerisinde 37°C'de bekletildiği ve daha sonra restorasyonların tamamlandığı grup

Gr D4: Ağartılmış dentin örneklerine 10 dk süreyle %10'luk sentetik sodyum askorbat solüsyonunun uygulandığı ve hemen kompozit restorasyonların tamamlandığı grup

Gr D5: Ağartılmış dentin örneklerine 10 dk süreyle %10'luk yeşil çay ekstraktından hazırlanan doğal antioksidan solüsyonunun uygulandığı ve hemen restorasyonların tamamlandığı grup

Gr D6: Ağartılmış dentin örneklerine 10 dk süreyle %10'luk biberiye ekstraktından hazırlanan doğal antioksidan solüsyonunun uygulandığı ve hemen restorasyonların tamamlandığı grup

Gr D7: Ağartılmış dentin örneklerine 10 dk süreyle %10'lik yeşil çay ve %10'lik biberiye ekstraktı kombinasyonundan hazırlanan doğal antioksidan solüsyonunun uygulandığı ve hemen restorasyonların tamamlandığı grup

Tablo 4. Dentin örneklerinin gruplandırılması

Gruplar (n=20)	Ağartma Tedavisi	Deneysel Antioksidan Tedavisi	Restorasyon Öncesi Bekleme Süresi
Gr D1	-	-	-
Gr D2	Hidrojen Peroksit (% 40) 10 dk süreyle x 3 uygulama	-	-
Gr D3	Hidrojen Peroksit (% 40) 10 dk süreyle x 3 uygulama	-	2 hafta bekleme
Gr D4	Hidrojen Peroksit (% 40) 10 dk süreyle x 3 uygulama	Sodyum Askorbat Solüsyonu (%10), 10 dk süreyle	-
Gr D5	Hidrojen Peroksit (% 40) 10 dk süreyle x 3 uygulama	Yeşil Çay Ekstraktından Hazırlanan Antioksidan Solüsyonu (%10), 10 dk süreyle	-
Gr D6	Hidrojen Peroksit (% 40) 10 dk süreyle x 3 uygulama	Biberiye Ekstraktından Hazırlanan Antioksidan Solüsyonu (%10), 10 dk süreyle	-
Gr D7	Hidrojen Peroksit (% 40) 10 dk süreyle x 3 uygulama	Yeşil Çay (%10)-Biberiye (%10) Ekstrakt Kombinasyonundan Hazırlanan Antioksidan Solüsyonu, 10 dk süreyle	-

3. 4. Mine ve Dentin Örneklerinin Numaralandırılması

Tüm örneklerde, mine-kompozit rezin bağlanmasının gerçekleştirileceği fasiyal mine yüzeylerinde ve dentin-kompozit rezin bağlanmasının gerçekleştirileceği fasiyal dentin yüzeylerinde standart bir smear tabaka ve düz bir yüzey elde edebilmek amacıyla 600 gritlik silikon karbid zımparalarla, akan su altında 15'er sn aşındırma yapılmıştır. Daha sonra örneklerin karışmaması amacıyla her bir mine ve dentin örneği, Tablo 5'de belirtilen şekilde numaralandırılmış ve örnek numaraları pvc kalıpların üzerine kaydedilmiştir. Örnekler, gruplar halinde distile suya konmuş ve ölçüm anına kadarki tüm deney basamakları arasında örneklerin kurumamalarına özen gösterilmiştir.

Tablo 5. Mine ve dentin örneklerinin numaralandırılması

Gruplar		Örneklerin Numaralandırılması
Mine Grupları	Gr M1	M11, M12, M13,....., M119, M120
	Gr M2	M21, M22, M23,....., M219, M220
	Gr M3	M31, M32, M33,....., M319, M320
	Gr M4	M41, M42, M43,....., M419, M420
	Gr M5	M51, M52, M53,....., M519, M520
	Gr M6	M61, M62, M63,....., M619, M620
	Gr M7	M71, M72, M73,....., M719, M720
Dentin Grupları	Gr D1	D11, D12, D13,....., D119, D120
	Gr D2	D21, D22, D23,....., D219, D220
	Gr D3	D31, D32, D33,....., D319, D320
	Gr D4	D41, D42, D43,....., D419, D420
	Gr D5	D51, D52, D53,....., D519, D520
	Gr D6	D61, D62, D63,....., D619, D620
	Gr D7	D71, D72, D73,....., D719, D720

3.5. Mine ve Dentin Örneklerine Ağartmanın Uygulanması

Kontrol grupları olan Gr M1 ve Gr D1 hariç olmak üzere diğer gruplardaki tüm örnekler %40 konsantrasyonda hidrojen peroksit içerikli ofis tipi ağartma materyali (Opalescence Boost PF, Ultradent, Inc., South Jordan UT, ABD) (Resim 4) üretici firmanın önerileri doğrultusunda uygulanmıştır. Gr M1'deki mine örneklerinin ve Gr D1'deki dentin örneklerinin yüzeylerine ağartma tedavisi uygulanmamış ve direkt olarak "mine ve dentin yüzeylerine kompozit rezin restorasyon yapılması" aşamasına geçilmiştir.



Resim 4. Çalışmada kullanılan Opalescence Boost ağartma materyali

Ağartma tedavisi amacıyla; mine örneklerinin yüzeyine yaklaşık 1 mm kalınlıkta ağartma jeli uygulanmış ve 20 dk süreyle bekletilmiştir. Daha sonra mine yüzeyindeki jel, bir gaz tampon ile nazıkçe uzaklaştırılmış ve yüzey 60 sn süreyle distile su ile yıkanmıştır. Dentin

örneklerinin ağartılmasında, yaklaşık 1 mm kalınlıkta uygulanan ağartma jeli yüzeyde 10 dk süreyle bekletilmiş ve daha sonra mine örneklerinde olduğu gibi yüzeyden uzaklaştırılarak distile suyla yüzey 60 sn süreyle yıkanmıştır. Ağartma işlemi hem minede hem de dentinde toplam 3 defa uygulanmıştır.

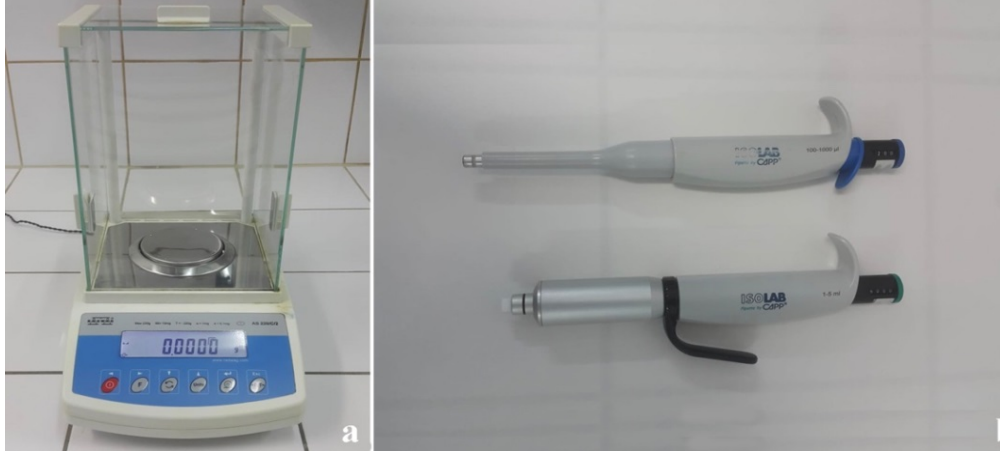
Gr M2 ve Gr D2'deki ağartılmış mine ve dentin örneklerine deneysel antioksidan tedavisi uygulanmamıştır ve direkt olarak “mine ve dentin yüzeylerine kompozit rezin restorasyon yapılması” aşamasına geçilmiştir.

Gr M3 ve Gr D3'deki ağartılmış mine ve dentin örneklerine de deneysel antioksidan tedavisi uygulanmamıştır. Ancak bu gruplardaki örnekler, literatürde tavsiye edilen bekleme süresini taklit etmek amacıyla; ağartma tedavisi sonrası 2 hafta süreyle etüvde, distile su içerisinde 37⁰C'de bekletilmiş ve süre sonunda “mine ve dentin yüzeylerine kompozit rezin restorasyon yapılması” aşamasına geçilmiştir. Çalışmada kullanılan materyallerin içerikleri Tablo 2'de belirtilmiştir.

3.6. Deneysel Antioksidan Solüsyonlarının Hazırlanması ve pH Tayini

Dental ağartma tedavisi sonrasında Gr M4-M7 ve Gr D4-D7 arasındaki gruplarda yer alan ağartılmış mine ve dentin yüzeylerine uygulanması amacıyla; yeşil çay, biberiye ve her iki bitki ekstraktının kombinasyonundan oluşan doğal antioksidan solüsyonları hazırlanmıştır. Karşılaştırmalı değerlendirmede, sentetik sodyum askorbat tozundan hazırlanan %10'luk sentetik sodyum askorbat solüsyonu kullanılmıştır.

Çalışmanın bu aşamasındaki işlemler Adnan Menderes Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Biyokimya Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmiştir. Deneysel antioksidan solüsyonlarının hazırlanmasında kullanılan saf bitki ekstraktları ilgili kurumdan temin edilmiştir. Tüm solüsyonların hazırlanmasında kullanılan bitki ekstraktlarının ve sodyum askorbat tozunun miktarı hassas (analitik) tartı (Radwag, AS 220/C/2, Radom, Polonya) ile distile suyun oranı ise otomatik pipet (Isolab Pipette by CAPP, Wertheim, Almanya) yardımıyla ölçülmüştür (Resim 5).



Resim 5. Çalışmada kullanılan hassas tartı (a) ve otomatik pipet (b)

3.6.1. Sodyum Askorbat Sentetik Antioksidan Solüsyonunun Hazırlanması

Toz halindeki 10 gr sodyum askorbat (Sigma- Aldrich, St. Louis, ABD) 100 ml distile su içerisinde çözülerek %10'luk sodyum askorbat çözeltisi hazırlanmıştır ve pH metre ile pH'ı ölçülmüştür (pH=7,76) (Resim 6). Hazırlanan sodyum askorbat solüsyonu, deney anına kadar ağzı sıkıca kapalı cam kavanozda ve buzdolabında +4⁰C'de muhafaza edilmiş ve en fazla 1 hafta içerisinde kullanılmıştır.

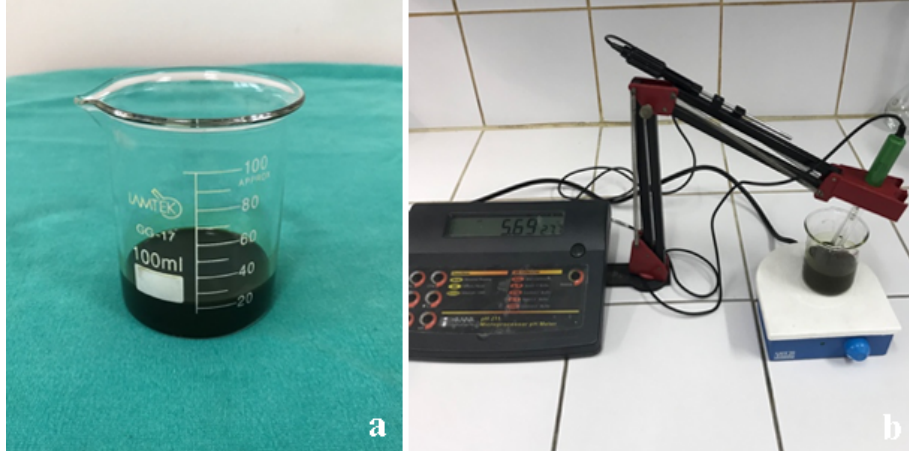


Resim 6. Yüzde onluk konsantrasyonda hazırlanan sodyum askorbat çözeltisi (a) ve solüsyonun pH değeri (b)

3.6.2. Yeşil Çay Bitki Ekstraktının ve Doğal Antioksidan Solüsyonunun Hazırlanması

Bitki materyali Çaykur firmasından temin edilmiştir. Yeşilçay örneğinden 25 gram tartılmış ve 500 mL'lik erlene aktarılarak üzerine 200 mL etanol eklenmiş ve erlenin ağzı parafilm ile kapatılmıştır. Oda sıcaklığında ve karanlıkta 2 saat boyunca 120 rpm'de masaüstü çalkalayıcı (Promax 2020, GmbH & Co KG, Kelheim, Almanya) kullanılarak çalkalanmıştır. İki saatlik çalkalamadan sonra blender aparatında parçalanmıştır. Oluşan karışım siyah bant süzgeç kağıdı kullanılarak süzülümüş; süzüntü +4°C'de karanlıkta muhafaza edilmiş ve bitki kalıntısı üzerine 200 mL etanol eklenerek 24 saat boyunca aynı koşullarda çalkalanmıştır. Bu süre sonunda süzüntü ve kalıntı süzme işlemi ile ayrılmıştır. Süzüntü, bir önceki süzme işleminden elde edilen süzüntü ile birleştirilmiştir. Yeşilçay kalıntısının üzerine 100 mL daha etil alkol ilave edildikten sonra yine aynı koşullarda 2 saat boyunca çalkalanmıştır. Süzme işlemi tekrarlandıktan sonra elde edilen süzüntü, diğer süzüntü ile birleştirilmiş kalıntı ise atılmıştır. Böylece 3 kez ard arda yapılan ekstraksiyon işlemi ile yeşilçayın içerdiği fenolik bileşiklerin etanole ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. Süzüntünün içerdiği etanol rotary evaporatör (RE, IKA RV 05 basic 1B, Staufen, Germany) kullanılarak 40°C'de uzaklaştırılmıştır. Yaklaşık 10,0 mL etil alkol ile çözümlenerek evaporatör balonundan petri kabına aktarılan ekstrakt çözeltisinin tüm çözücüsünün uzaklaştırılması için 12 saat +40°C'de etüvde (Memmert UNB 400, Schwabach, Almanya) kurutulmuştur. Elde edilen ekstraktlar kullanılıncaya kadar -18°C'de muhafaza edilmiştir.

Toz halindeki 10 gr yeşil çay bitki ekstraktı ile 100 ml distile su, cam beher içerisine alınarak, beherin ağzı parafilm ile kapatılarak 15 dk süreyle ısıtıcılı manyetik karıştırıcıda 70°C sıcaklıkta karıştırılmıştır. Daha sonra cam beher ultrasonik banyonun içerisine alınmış ve 15 dk ultrasonik titreşimde bekletilmiştir. Bu aşamayı takiben karışım mikrosantrifüj tüplerine alınarak santrifüj cihazında 15 dk daha karıştırılmıştır. Süre sonunda karışım iki defa filtre kağıdından geçirilerek çökelti kısmı uzaklaştırılmış ve filtreden süzülen sıvı kısım çalışmada kullanılmak üzere deney anına kadar ağzı sıkıca kapalı cam kavanozda ve buzdolabında +4°C'de muhafaza edilmiş ve en fazla 1 hafta içerisinde kullanılmıştır. Yeşilçay solüsyonunun pH metre ile pH'ı ölçülmüştür (pH=5,69) (Resim 7).



Resim 7. Yeşil çay ekstraktından %10'luk konsantrasyonda hazırlanan doğal antioksidan solüsyonu (a) ve solüsyonun pH değeri (b)

3.6.3. Biberiye Bitki Ekstraktının ve Doğal Antioksidan Solüsyonunun Hazırlanması

Bitki materyali Aydın yöresinden toplanmıştır. Biberiyeler yıkanıp kurutulup sonra yaprakları sıyrılmıştır. Biberiye örneğinden 39 gram tartılmış ve 500 mL'lik erlene aktararak üzerine 300 mL etanol eklenmiş ve erlenin ağzı parafilm ile kapatılmış ve bundan sonraki tüm işlemler yukarıda yeşil çay için anlatıldığı şekilde tekrar edilmiştir.

Toz halindeki 10 gr biberiye bitki ekstraktı ile 100 ml distile su, cam beher içerisine alınmış ve bundan sonraki tüm işlemler yukarıda yeşil çay için anlatıldığı şekilde tekrar edilmiştir. Biberiye solüsyonunun pH metre ile pH'ı ölçülmüştür (pH=5,23) (Resim 8).



Resim 8. Biberiye ekstraktından %10'luk konsantrasyonda hazırlanan doğal antioksidan solüsyonu (a) ve solüsyonun pH değeri (b)

3.6.4. Yeşil Çay ve Biberiye Ekstrakt Kombinasyonundan Doğal Antioksidan Solüsyonunun Hazırlanması

%10'luk yeşilçay ve %10'luk biberiye solüsyonundan 1/1 oranında karıştırılarak %10'luk yeşilçay-biberiye kombine solüsyonu hazırlanmıştır. Solüsyonun pH metre ile pH'ı ölçülmüştür (pH=5,33) (Resim 9).



Resim 9. Yeşil çay ve biberiye ekstrakt kombinasyonundan hazırlanan doğal antioksidan solüsyonu (a) ve solüsyonun pH değeri (b)

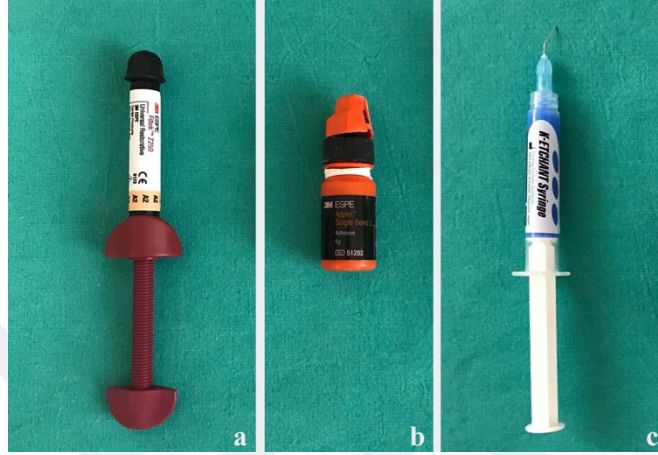
3.7. Ağartılmış Mine ve Dentin Örneklerine Deneysel Antioksidan Tedavilerinin Uygulanması

Gr M4-M7 ve Gr D4-D7 arasındaki gruplarda yer alan tüm mine ve dentin örneklerine, ağartma tedavisi sonrası deneysel antioksidan tedavileri uygulanmıştır (Tablo 3 ve Tablo 4). Antioksidan solüsyonlar örnek yüzeylerine mikro fırça yardımıyla hafifçe sürterek 10'ar dk süreyle uygulanmıştır ve solüsyon her bir dakika sonunda tazelenmiştir Daha sonra örnekler 20 sn süreyle distile suyla yıkandıktan sonra ‘‘mine ve dentin yüzeylerine kompozit rezin restorasyon yapılması’’ aşamasına geçilmiştir.

3.8. Mine ve Dentin Yüzeylerine Kompozit Resin Örneklerin Yapılması

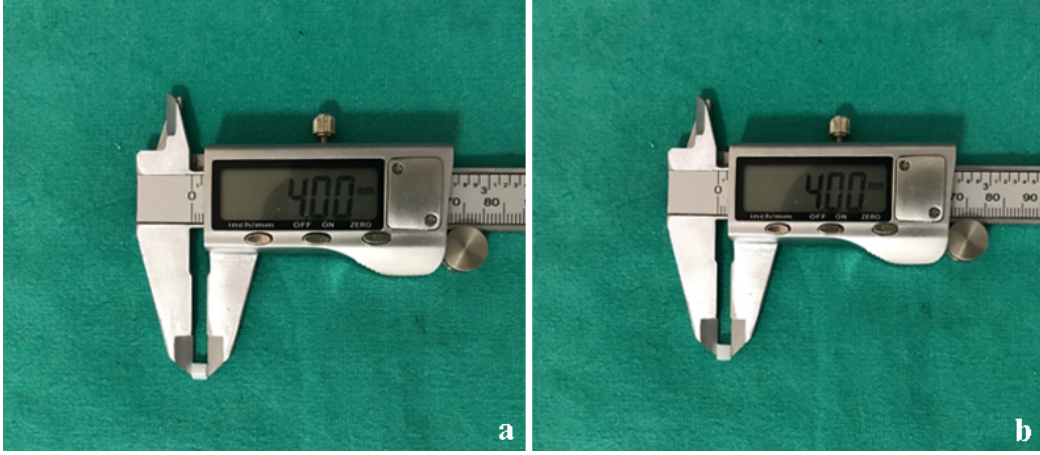
Mine örneklerinin yüzeyine %35'lik fosforik asit jeli (K-Etchant, Kuraray, New York, ABD) (Resim 10) 30 sn süreyle uygulandıktan sonra, hava-su şırıngasından gelen su ile 30 sn süreyle yüzey yıkanmış ve hafifçe hava ile kurutulmuştur. Dentin örneklerinin yüzeyine ise %35'lik fosforik asit jeli 15 sn süreyle uygulandıktan sonra yüzey 15 sn yıkanmıştır. Yüzeye 4-5 sn nazikçe hava uygulanarak dentinin hafif nemli kalması sağlanmıştır. Adeziv

solüsyon (Adper Single Bond 2, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) (Resim 10) üretici firmanın önerileri doğrultusunda mikro fırça yardımıyla örnek yüzeylerine 15'er sn süreyle sürterek ve 2 tabaka halinde uygulanmıştır. Çözücünün uzaklaştırılması için adeziv uygulanan yüzeye 5 sn süreyle hafifçe hava uygulandıktan sonra 10 sn süreyle LED ışık kaynağı (Monitex, New Taipei City, Tayvan) kullanılarak polimerizasyon sağlanmıştır.

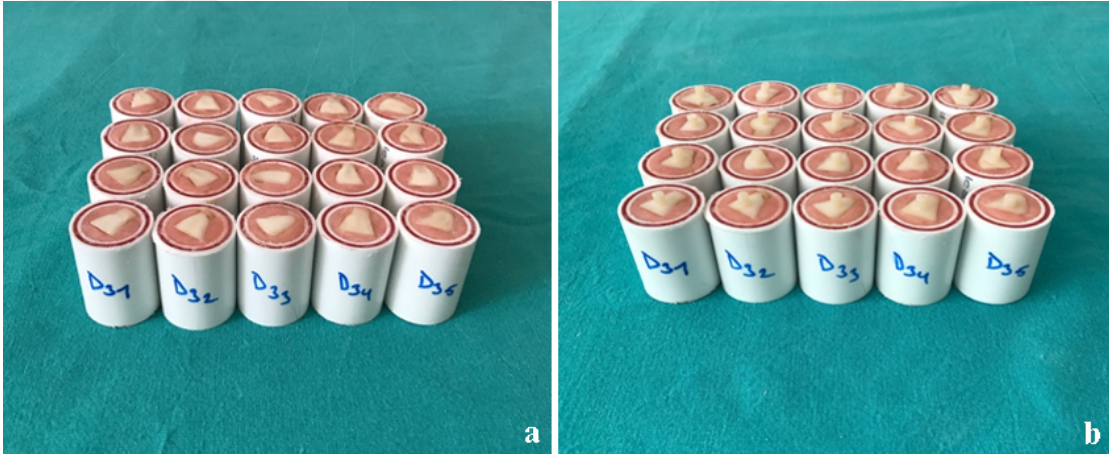


Resim 10. Çalışmada kullanılan nanodolduruculu kompozit rezin restorasyon materyali (a), 2 aşamalı asitle&yika tip adeziv solüsyon (b) ve %35'lik fosforik asit jeli (c)

Mine ve dentin yüzeylerine uygulanacak kompozit rezin restorasyonların, standardizasyonu amacıyla 4 mm yükseklikte 4 mm genişlikte standart, şeffaf, silindirik plastik tüpler kullanılmıştır (Resim 11). Adeziv uygulamasının ardından örnek yüzeylerinde stabil bir şekilde konumlandırılan şeffaf plastik tüplerin içerisine 2 mm'lik tabakalar halinde kompozit rezin (Filtek Z250, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) (Resim 10) yerleştirilmiş ve her tabaka 20 sn süreyle polimerize edilerek restorasyon 2 aşamada tamamlanmıştır. Daha sonra şeffaf plastik tüplerin bistüri yardımıyla uzaklaştırılmaları sağlanmış ve tüm örnekler kendi grupları ile bir arada olacak şekilde (Resim 12) distile su içerisine alınmıştır. Kompozit rezin restorasyonlarının polimerizasyon sürecinin tamamlanabilmesi amacıyla etüvde (Hera Therm, Thermo Fisher Scientific Co., ABD) (Resim 13) 37°C'de 24 saat süreyle distile su içerisinde bekletilmiş ve daha sonra MBD analizlerine geçilmiştir.



Resim 11. Çalışmada kullanılan şeffaf silindirik plastik tüpler 4mm yükseklik (a) ve 4 mm genişlik (b)



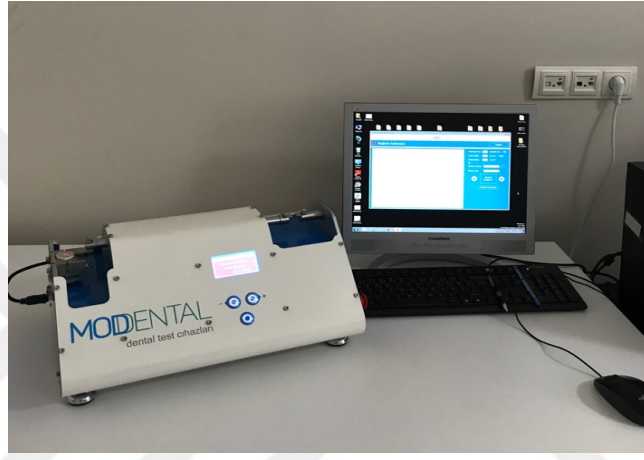
Resim 12. Gr D3'de yer alan dentin örneklerinin kompozit restorasyon öncesi (a) ve restorasyon sonrası (b)



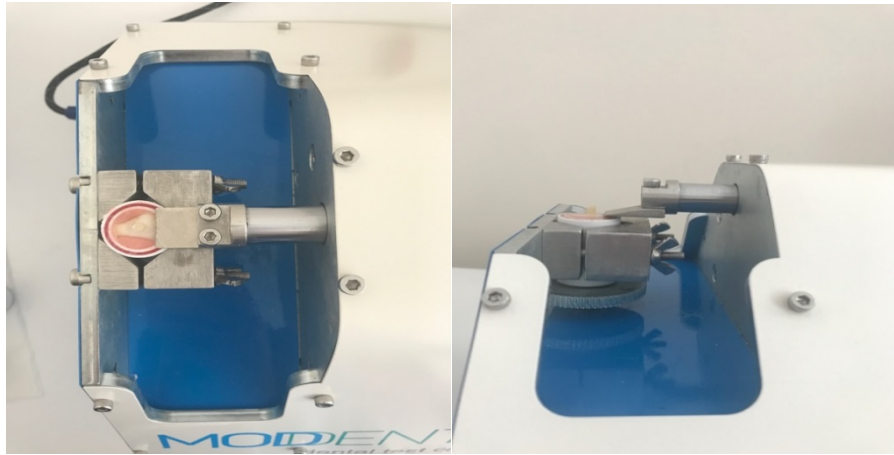
Resim 13. Çalışmada kullanılan etüv cihazı

3.9. Mine-Kompozit Rezın ve Dentin-Kompozit Rezın Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi

Makaslama tipi bağlanma dayanıklılığı ölçümleri, kesme ucu bıçak şeklinde olan kafa hızı 0,5 mm/dakika olarak ayarlanan makaslama bağlanma test cihazında (Mod Dental, Esetron Smart Robotechnologies, Ankara, Türkiye) ile gerçekleştirilmiştir (Resim 14). Örnekler test cihazına bağlanarak mine-kompozit rezın ve dentin-kompozit rezın bağlantısında kırılmaların gerçekleştiği andaki sayısal değerler kaydedilmiştir. Veriler Mpa cinsinden hesaplanmış ve istatistiksel analizleri yapılmıştır.



Resim 14. Çalışmada kullanılan makaslama bağlanma dayanımı test cihazı



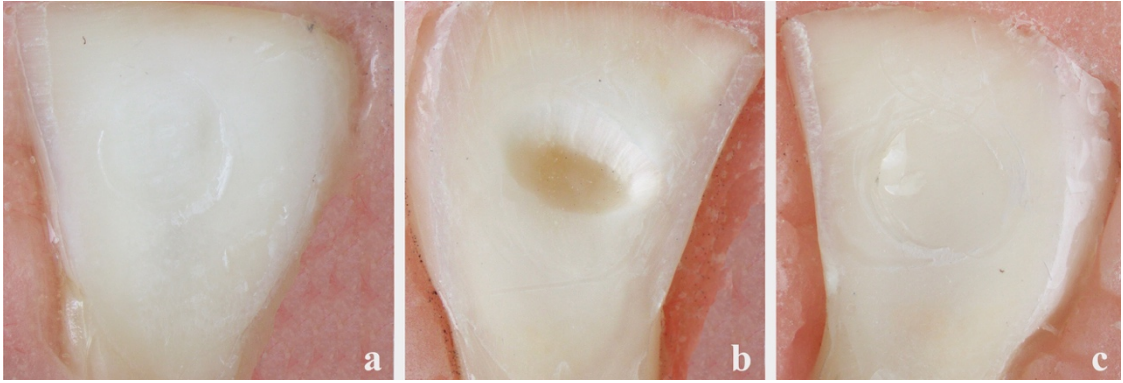
Resim 15. Çalışmada kullanılan örneklerin makaslama bağlanma dayanımı cihazına yerleştirilmesi

3.10. Stereomikroskop Analizi

Makaslama testi uygulanan mine dokusu ve kompozit restorasyondaki kırılmalar yüzeylerinin incelenmesi için Adnan Menderes Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Araştırma ve Geliştirme Laboratuvarında bulunan stereomikroskop (Olympus SZ61, Munster, Almanya) (Resim 16) ve stereomikroskoba uyumlu görüntüleme sistemi (Olympus cellSens Standart, Munster, Almanya) yardımı ile X40 büyütmelemlerde görüntüler alınmıştır. Kırılma tiplerinin örnekleri Resim 17 de gösterilmiştir.



Resim 16. Çalışmada kullanılan stereomikroskop



Resim 17. Örneklerde tespit edilen kırılma tipleri. Adeziv (a), koheziv (b) ve karma tip kırılma (c)

3.11. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler SPSS 25 (IBM SPSS Statistics, Armonk, NY, ABD) programı ile değerlendirilmiştir. Verilerin analizinde normal dağılıma uygunluğu sorgulamak için Lilliefors's düzeltilmiş Kolmogorov-Smirnov testi, diklik-çarpıklık katsayıları ve Histogram kullanılmıştır. Diğer bir varsayım olan varyansların homojenliği için Levene testi kullanılmıştır. Yapılan analizlerde verilerin normal dağılım gösterdiği görülmüştür ancak varyansların homojen olmadığı saptanmıştır. Varyanslar homojen olmadığı için varyans homojenliği varsayımı olmayan Welch Anova testi yapılmıştır. Gruplar arasındaki farkı görmek için varyansların homojen olmadığı durumlarda kullanılan Post-hoc testlerinden Tamhane testi yapılmıştır. Anlamlılık $\alpha < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.



4. BULGULAR

4.1. Makaslama Bağlanma Dayanımı Testi Bulguları

Grupların normal dağılıma uygunluğunu belirlemek için yapılan Lilliefors' s düzeltmeli Kolmogorov-Smirnov testi sonucunda; tüm grupların normal dağılıma uyduğu görölmüştür ($p>0,05$).

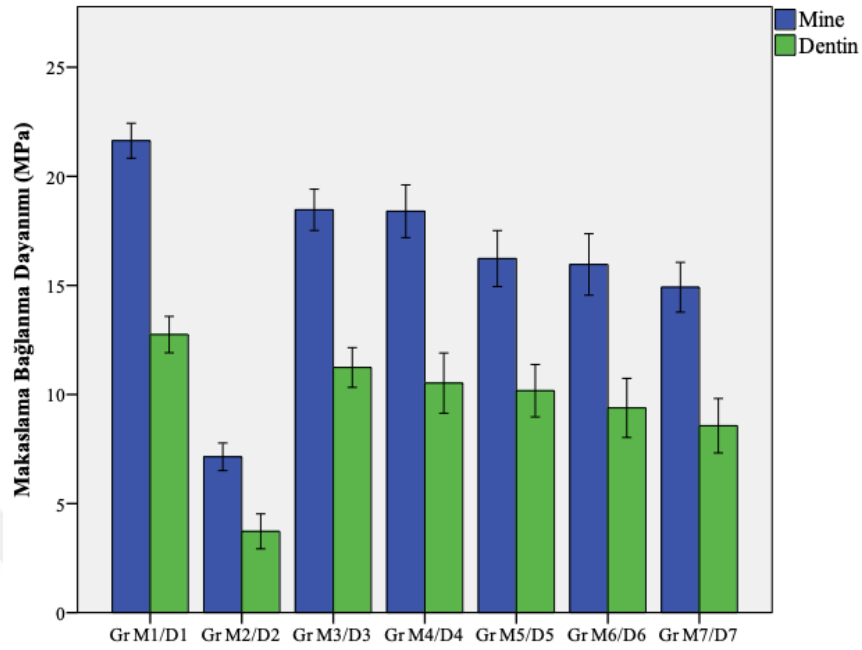
Varyans homojenliği için yapılan Levene Testinde hem mine hem dentin grupları için varyansların homojen olmadığı görölmüştür ($p<0,05$).

Varyansların homojen olmadığı tespit edildiğinden, varyans homojenliği varsayımı olmayan Welch Anova Testi yapılarak gruplar arasında anlamlı fark olup olmadığı test edilmiştir. Welch Anova Testinde, hem dentin hem mine ölçümleri için 6 serbestlik derecesinde 0,05 anlamlılık düzeyinde grup ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görölmüştür ($p<0,05$). Farkın hangi gruplardan kaynaklandığını görmek için varyansların homojen olmadığı durumlarda kullanılan Tamhane Post-hoc testi yapılmıştır (Tablo 6).

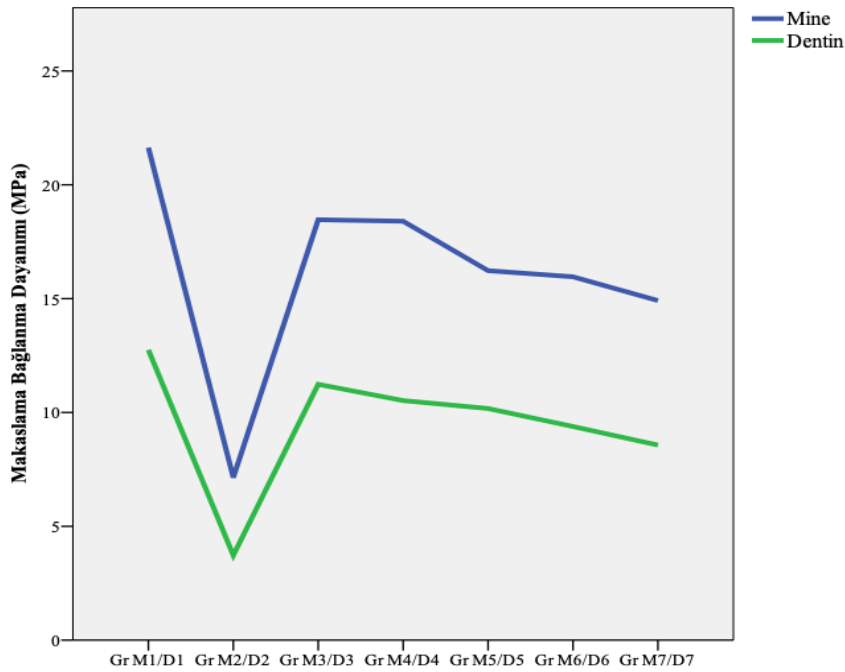
Tablo 6. Tamhane Post-hoc testi bulguları

		Mine			Dentin		
		Ortalamlar Farkı	STD. Hata	P	Ortalamlar Farkı	STD. Hata	P
GR 1.	GR 2.	14,49100*	0.48687	0.000	9,02100*	0.55220	0.000
	GR 3.	3,16800*	0.59164	0.000	1.50950	0.58945	0.265
	GR 4.	3,23350*	0.69256	0.001	2,22450	0.77045	0.137
	GR 5.	5,40450*	0.72298	0.000	2,57350*	0.69803	0.016
	GR 6.	5,67400*	0.77419	0.000	3,36250*	0.75991	0.002
	GR 7.	6,71850*	0.66602	0.000	4,17900*	0.71715	0.000
GR 2.	GR 1.	-14,49100*	0.48687	0.000	-9,02100*	0.55220	0.000
	GR 3.	-11,32300*	0.54303	0.000	-7,51150*	0.57914	0.000
	GR 4.	-11,25750*	0.65152	0.000	-6,79650*	0.76259	0.000
	GR 5.	-9,08650*	0.68377	0.000	-6,44750*	0.68934	0.000
	GR 6.	-8,81700*	0.73771	0.000	-5,65850*	0.75195	0.000
	GR 7.	-7,77250*	0.62324	0.000	-4,84200*	0.70871	0.000
GR 3.	GR 1.	-3,16800*	0.59164	0.000	-1.50950	0.58945	0.265
	GR 2.	11,32300*	0.54303	0.000	7,51150*	0.57914	0.000
	GR 4.	0.06550	0.73313	1.000	0.71500	0.78998	1.000
	GR 5.	2,23650	0.76193	0.116	1,06400	0.71953	0.965
	GR 6.	2,50600	0.81069	0.081	1,85300	0.77971	0.392
	GR 7.	3,55050*	0.70811	0.000	2,66950*	0.73810	0.020
GR 4.	GR 1.	-3,23350*	0.69256	0.001	-2,22450	0.77045	0.137
	GR 2.	11,25750*	0.65152	0.000	6,79650*	0.76259	0.000
	GR 3.	-0.06550	0.73313	1.000	-0.71500	0.78998	1.000
	GR 5.	2,17100	0.84270	0.256	0,34900	0.87399	1.000
	GR 6.	2,44050	0.88703	0.175	1,13800	0.92417	0.995
	GR 7.	3,48500*	0.79437	0.002	1,95450	0.88934	0.518
GR 5.	GR 1.	-5,40450*	0.72298	0.000	-2,57350*	0.69803	0.016
	GR 2.	9,08650*	0.68377	0.000	6,44750*	0.68934	0.000
	GR 3.	-2,23650	0.76193	0.116	-1,06400	0.71953	0.965
	GR 4.	-2,17100	0.84270	0.256	-0,34900	0.87399	1.000
	GR 6.	0,26950	0.91098	1.000	0,78900	0.86472	1.000
	GR 7.	1,31400	0.82103	0.928	1,60550	0.82739	0.726
GR 6.	GR 1.	-5,67400*	0.77419	0.000	-3,36250*	0.75991	0.002
	GR 2.	8,81700*	0.73771	0.000	5,65850*	0.75195	0.000
	GR 3.	-2,50600	0.81069	0.081	-1,85300	0.77971	0.392
	GR 4.	-2,44050	0.88703	0.175	-1,13800	0.92417	0.995
	GR 5.	-0,26950	0.91098	1.000	-0,78900	0.86472	1.000
	GR 7.	1,04450	0.86647	0.996	0,81650	0.88023	1.000
GR 7.	GR 1.	-6,71850*	0.66602	0.000	-4,17900*	0.71715	0.000
	GR 2.	7,77250*	0.62324	0.000	4,84200*	0.70871	0.000
	GR 3.	-3,55050*	0.70811	0.000	-2,66950*	0.73810	0.020
	GR 4.	-3,48500*	0.79437	0.002	-1,95450	0.88934	0.518
	GR 5.	-1,31400	0.82103	0.928	-1,60550	0.82739	0.726
	GR 6.	-1,04450	0.86647	0.996	-0,81650	0.88023	1.000
*Anlamli fark olan gruplar							

Mine ve dentin gruplarının makaslama bağlanma dayanımı ortalama değerlerini (MPa) bir arada gösteren sütun grafiği Şekil 1’de, çizgi grafiği ise Şekil 2’de yer almaktadır.



Şekil 1. Mine ve dentin gruplarının makaslama bağlanma dayanımı ortalama değerlerini (MPa) bir arada gösteren sütun grafiği



Şekil 2. Mine ve dentin gruplarının makaslama bağlanma dayanımı ortalama değerlerini (MPa) bir arada gösteren çizgi grafiği

Mine ve dentin gruplarının bağlanma dayanımı verilerinin (MPa) ortalama \pm standart sapma, minimum ve maksimum değerleri sırasıyla Tablo 7 ve Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 7. Mine gruplarının bağlanma dayanımı verilerinin (MPa) ortalama \pm standart sapma, minimum ve maksimum değerleri

Mine Grupları (n=20)	Ortalama	Std.Sapma (SS)	Minimum	Maksimum
Gr M1	21,63 ^a	1,71	19,06	24,16
Gr M2	7,14 ^b	1,35	5,17	9,37
Gr M3	18,47 ^c	2,02	15,07	22,09
Gr M4	18,40 ^c	2,59	15,15	22,73
Gr M5	16,23 ^{cd}	2,74	12,34	20,71
Gr M6	15,96 ^{cd}	3,01	11,07	19,56
Gr M7	14,92 ^d	2,44	11,06	18,63
Ortalamalar arasındaki istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar, farklı harflerle belirtildi (p<0,05).				

Tablo 8. Dentin gruplarının bağlanma dayanımı verilerinin (MPa) ortalama \pm standart sapma, minimum ve maksimum değerleri

Dentin Grupları (n=20)	Ortalama	Std.Sapma (SS)	Minimum	Maksimum
Gr D1	12,75 ^a	1,78	9,58	15,44
Gr D2	3,73 ^b	1,71	1,38	6,90
Gr D3	11,24 ^{ac}	1,94	8,53	15,73
Gr D4	10,52 ^{acd}	2,95	5,24	15,26
Gr D5	10,17 ^{cd}	2,56	5,57	14,65
Gr D6	9,38 ^{cd}	2,89	4,62	14,42
Gr D7	8,57 ^d	2,68	4,64	13,66
Ortalamalar arasındaki istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar, farklı harflerle belirtildi (p<0,05).				

Mine gruplarının ortalama bağlanma değerleri en yüksekte düşüğe doğru sırasıyla; Gr M1=21,63 \pm 1,71, Gr M3=18,47 \pm 2,02, Gr M4=18,40 \pm 2,59, Gr M5=16,23 \pm 2,74, Gr M6=15,96 \pm 3,01, Gr M7=14,92 \pm 2,44 ve Gr M2=7,14 \pm 1,35 şeklindedir.

Post-hoc Tamhane testi sonuçlarına göre mine grupları arasında 0,05 anlamlılık düzeyinde yapılan ikili karşılaştırmalarda:

Gr M1 ile diğer tüm mine grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır (p<0,05). Gr M1’in bağlanma değeri diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir.

Gr M2 ile diğer tüm mine grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Gr M2'nin bağlanma değeri diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşüktür.

Gr M3 ile Gr M1, Gr M2 ve Gr M7 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Gr M3 ile Gr M4, Gr M5 ve Gr M6 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Gr M3'ün bağlanma değeri Gr M2, Gr M4, Gr M5, Gr M6 ve Gr M7'den daha yüksek olmakla beraber yalnızca Gr M2'den ve Gr M7'den istatistiksel olarak anlamlı oranda farklı bulunmuştur.

Gr M4'ün Gr M1, Gr M2 ve Gr M7 ile arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ($p<0,05$).

Gr M5-Gr M1 ve Gr M5-Gr M2 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ($p<0,05$). Gr M5'in Gr M3, Gr M4, Gr M6 ve Gr M7 ile arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gr M6-Gr M1 ve Gr M6-Gr M2 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Gr M6'nın Gr M3, Gr M4, Gr M5 ve Gr M7 ile arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gr M7'nin Gr M1, Gr M2, Gr M3 ve Gr M4 ile arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Gr M7-Gr M5 ve Gr M7-Gr M6 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Dentin gruplarının ortalama bağlanma değerleri ise en yüksekten düşüğe doğru; Gr D1=12,75±1,78, Gr D3=11,24±1,94, Gr D4=10,52±2,95, Gr D5=10,17±2,56, Gr D6=9,38±2,89, Gr D7=8,57±2,68 ve Gr D2=3,73±1,71 şeklinde sıralanmıştır.

Post-hoc Tamhane testi sonuçlarına göre dentin grupları arasında 0,05 anlamlılık düzeyinde yapılan ikili karşılaştırmalarda:

Gr D1'in ortalama bağlanma değeri, diğer tüm dentin gruplarına oranla daha yüksek olmakla birlikte yalnızca Gr D2, Gr D5, Gr D6 ve Gr D7 'den istatistiksel olarak anlamlı oranda farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Gr D1-Gr D3 ve Gr D1-Gr D4 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gr D2 ile diğer tüm dentin grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,05$). Gr D2'nin ortalama bağlanma değeri diğer tüm dentin gruplarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşüktür.

Gr D3-Gr D2 ve Gr D3-Gr D7 arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark vardır ($p<0,05$). Gr D3'ün Gr D1, Gr D4, Gr D5 ve Gr D6 ile arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Gr D3'ün ortalama bağlanma değeri Gr D1'e oranla daha düşük; Gr D4, Gr D5 ve Gr D6'ya oranla ise daha yüksek olmakla birlikte bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Gr D4'ün ortalama bağlanma değeri yalnızca Gr D2 ile arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmakta ($p<0,05$) ve diğer dentin grupları ile istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmamaktadır ($p>0,05$).

Gr D5'in ortalama bağlanma değeri Gr D1, Gr D3 ve Gr D4'e oranla daha düşük; Gr D2, Gr D6 ve Gr D7'ye oranla daha yüksek olmakla birlikte, yalnızca Gr D1 ve Gr D2 ile arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ($p<0,05$). Gr D5'in Gr D3, Gr D4, Gr D6 ve Gr D7 ile arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Gr D6'nın ortalama bağlanma değeri Gr D1, Gr D3, Gr D4 ve Gr D5'e oranla daha düşük; Gr D2 ve Gr D7'ye oranla daha yüksek olmakla birlikte yalnızca Gr D1 ve Gr D2 ile arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ($p<0,05$).

Gr D7'nin ortalama bağlanma değeri Gr D2'ye oranla daha yüksek; Gr D1, Gr D3, Gr D4, Gr D5 ve Gr D6'ya oranla daha düşük olmakla birlikte yalnızca Gr D1, Gr D2 ve Gr D3 ile arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ($p<0,05$).

4.2. Stereomikroskop Analizi Bulguları

Makaslama bağlanma dayanımı testlerinin tamamlanmasını takiben 140 adet mine ve 140 adet dentin olmak üzere toplam 280 adet örnek yüzeyi stereomikroskop altında incelenmiş ve tüm örneklerin kompozit-mine veya kompozit-dentin arayüzünde gerçekleşen kırılma tipleri kaydedilmiştir. Mine ve dentin gruplarında görülen kırılma tiplerinin dağılımı ve yüzdeleri Tablo 9'da yer almaktadır.

Tablo 9. Mine ve dentin gruplarında kırılma tiplerinin gruplara göre dağılımı ve yüzdeleri

Mine ve Dentin Grupları	Adeziv Kırılma		Koheziv Kırılma		Karma Kırılma	
	Sayısı	Yüzdesi (%)	Sayısı	Yüzdesi (%)	Sayısı	Yüzdesi (%)
Gr M1	10	50	4	20	6	30
Gr M2	15	75	0	0	5	25
Gr M3	12	60	2	10	6	30
Gr M4	12	60	2	10	6	30
Gr M5	14	70	1	5	5	25
Gr M6	14	70	1	5	5	25
Gr M7	14	70	0	0	6	30
Gr D1	13	65	2	10	5	25
Gr D2	20	100	0	0	0	0
Gr D3	15	75	0	0	5	25
Gr D4	16	80	0	0	4	20
Gr D5	17	85	0	0	3	15
Gr D6	17	85	0	0	3	15
Gr D7	18	90	0	0	2	10

Koheziv tip kırılma en fazla oranda, ağartma tedavisinin uygulanmadığı mine ve dentin kontrol gruplarında (Gr M1 ve Gr D1) gözlenmiştir.

Yalnızca ağartma tedavisinin uygulandığı mine ve dentin gruplarında (Gr M2 ve Gr D2), kontrol gruplarına ve deneysel antioksidan tedavi gruplarına (Gr M4-M7, Gr D4-D7) kıyasla daha fazla oranda adeziv tip kırılma gözlenmiştir

Mine ve dentin örneklerinin ertelenmiş restorasyon gruplarında (Gr M3 ve Gr D3) tespit edilen karma tipi kırılma tipi oranı, ağartma sonrasında restorasyonların hemen uygulandığı mine ve dentin gruplarına (Gr M2 ve Gr D2) kıyasla daha fazla oranda, adeziv tip kırılma ise daha az orandadır.

Yalnızca ağartma yapılan mine ve dentin gruplarıyla (Gr M2 ve Gr D2) kıyaslandığında, deneysel tedavi gruplarında (Gr M4-M7, Gr D4-D7) tespit edilen karma tipi kırılma daha fazla oranda, adeziv tip kırılma ise daha az orandadır.

5. TARTIŞMA

Ağartma tedavisi uygulanmış diş dokularının rezine bağlanma dayanımının incelendiği çalışmalarda genellikle insan dişleri (1-3, 218) ya da sığır keser dişleri (219-222) kullanılmaktadır. Sığır dişlerinin, insan dişlerine kıyasla daha düzgün ve geniş yüzeyli olmaları, çürük lezyonu vb. defektleri sıklıkla barındırmamaları ve kısa sürede kolaylıkla temin edilebilmeleri *in vitro* çalışmalar için bir kolaylıktır (223). Laboratuvar çalışmalarında kullanılan dişlerde çürük bulunması halinde, çürük uyarana karşı oluşan tamir dentini nedeniyle örnek standardizasyonu bozulabilmektedir. Dişlerde restorasyon bulunması ise, ağartma materyali için bir rezervuar rolü görebilmektedir (224). Bu nedenlerden dolayı çalışmamızda sığır keser dişlerinin kullanılması tercih edilmiştir.

Laboratuvar çalışmalarında kullanılan çekilmiş dişlerin deney anına kadar dehidrate olmasını önlemek ve/veya dezenfeksiyonu amacıyla bir saklama solüsyonu içerisinde bekletilmesi önerilmektedir (225). Bu çalışmada kullanılan sığır dişleri, dezenfeksiyon amacıyla öncelikle (1 hafta süreyle) %0,1 konsantrasyondaki timol solüsyonu içerisinde, daha sonra da distile su içerisinde muhafaza edilmiştir. Belirtilen konsantrasyondaki timol solüsyonunun, mine ve dentinin rezine bağlanma dayanımını etkilemediği bildirildiğinden (226-228) çalışmamızda tercih edilmiştir. Deney aşamaları arasında da örnekler distile su içerisinde bekletilmiştir. Bazı çalışmalarda örneklerin deney aşamaları arasında ağız ortamını taklit etmek amacıyla yapay tükürük solüsyonunda bekletildiği görülmektedir (229-232). Özellikle de ertelenmiş restorasyon gruplarındaki örneklerin yapay tükürük solüsyonunda bekletilmesinin, ağartılmış diş dokularında remineralizasyon ve tamponlama etkisi yaratarak rezine bağlanma dayanımını daha da arttırabilmesi mümkündür (233). Dolayısıyla çalışmamızda; yapay tükürüğün kompozisyonundan kaynaklanacak minerallerin, mine ve dentin örneklerinde remineralizasyon veya tamponlama etkisi oluşturarak bağlanma dayanımı değerlerini değiştirmesi arzu edilmediğinden distile suyun kullanılması uygun bulunmuştur.

Yüksek konsantrasyonda HP içeren ağartma materyallerinin kullanıldığı ofis tipi vital ağartma tedavileri, hekim tarafından kontrollü bir şekilde uygulanabilmesi ve ev tipi tedavilere kıyasla daha hızlı ve etkili sonuç vermesi gibi nedenlerle hekim ve bireyler tarafından özellikle tercih edilebilmektedir (234). Çalışmamızda mine ve dentin örneklerinin ağartılması amacıyla %40 konsantrasyonda HP içeren ofis tipi ağartma materyali, üretici firmanın önerileri doğrultusunda kullanılmıştır.

Tüm mine ve dentin gruplarından elde edilen bağlanma dayanımı verileri sadece kendi içlerinde karşılaştırılmış, mine ve dentin grupları birbirleri ile kıyaslanmamıştır. Çalışmada elde edilen en düşük ortalama MBD değerleri, yalnızca ağartma tedavisinin uygulandığı mine (Gr M2) ve dentin (Gr D2) gruplarında ölçülmüştür. En yüksek ortalama MBD değerleri ise; mine (Gr M1) ve dentin (Gr D1) kontrol gruplarında elde edilmiştir.

Piyasada ulaşılabilen en yüksek oranda HP içeriğine sahip dental ağartma materyalinin kullanıldığı bu çalışmada, HP'in güçlü oksidize edici etkisinin bir sonucu olarak, ağartılmış mine ve dentin örneklerinin rezine bağlanma dayanımı, kontrol gruplarına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Ayrıca, yalnızca ağartma tedavisinin uygulandığı mine (Gr M2) ve dentin (Gr D2) gruplarında, kontrol gruplarına ve deneysel tedavi gruplarına oranla daha yoğun oranda adeziv tip kırılma gözlenmiştir. Bu bulgular, ağartma tedavisinin mine ve dentindeki anlık bağlanmayı olumsuz etkilediğini kanıtlamakta ve birçok çalışma ile uyumluluk göstermektedir (2, 221, 222, 232, 235-238).

Ağartılmış diş dokularına uygulanan rezinin bağlanma dayanımının azalmasından genellikle rezin infiltrasyonuna ve polimerizasyonuna engel olan rezidüel oksijen ve serbest radikaller sorumlu tutulmaktadır (10, 121, 239, 240). Bu faktörlere ilaveten bazı araştırmacılar; mine yapısında oluşan değişikliklerin, prizmatik form kaybının ve artan porözitenin, artan dentin geçirgenliğinin rezin-mine veya rezin-dentin bağlanma arayüzünün zayıflamasında etkili olduğunu öne sürmüşlerdir. Ayrıca diş yüzeyinden kalsiyum kaybı, mikrosertlikte azalma ve organik yapıda oluşan değişikliklerin de bağlanma dayanımındaki azalmada rol oynadığı bildirilmiştir (241-243).

Titley ve ark. (121) %35'lik HP ile ağartılmış mine yüzeyini SEM ile inceledikleri çalışmalarında, mine yüzeyinin bir kısmında rezin uzantılarının hiç oluşmadığını, diğer kısmında ise seyrek olarak tespit edilen rezin uzantılarının nispeten kısa ve yapısal olarak kusurlu şekilde oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Bu durumun; rezinin mine iç yapısında artakalan peroksit ile arasında meydana gelen etkileşimden kaynaklandığını, ayrıca yapıda mahsur kalan oksijenin rezin polimerizasyonunu bozduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, oksijen çıkışının rezin porözitesinde artışa neden olduğunu savunmuşlardır.

Perdigao ve ark. (244) %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. Ağartma tedavisinden sonra

minenin oksijen konsantrasyonunda belirgin bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar, ağartılmış minenin rezine bağlanma dayanımında meydana gelen azalmayı, rezidüel oksijenden ziyade minedeki mineral kaybı, morfolojik ve organik yapıdaki değişiklikler ile ilişkilendirmişlerdir.

Çalışmamızda da tespit edildiği üzere; mine ve dentinde uygulanan ağartma tedavileri sonrasında azalan rezin-mine ve rezin-dentin bağlanma dayanımında muhtemelen tüm bu faktörler bir arada etkili olmaktadır (3, 231, 239, 245).

Rezin esaslı restoratif materyallerin ağartılmış diş dokularına bağlanma probleminden kaçınmak amacıyla önerilen yöntemler arasında en çok kabul gören yaklaşım; adeziv restoratif prosedürlerin geçici bir süre ertelenmesidir. Literatürde, ağartılmış diş dokularına uygulanacak adeziv rezin restorasyonların zamanlaması hususunda görüş birliğine varılamadığı, araştırmacıların 24 saat ile 3 hafta arasında değişen süreler boyunca restorasyonların ertelenmesini önerdikleri görülmektedir (6, 245-247). Çalışmamızda ağartma tedavisi uygulandıktan sonra 15 gün süreyle etüvde bekletilen mine (Gr M3) ve dentin (Gr D3) grupları, ertelenmiş restorasyon gruplarıdır. Bu gruplar, adeziv restoratif işlemlerin ağartma tedavisinden sonra 15 gün süreyle ertelendiği klinik durumu temsil etmektedir. Mine ve dentin örneklerinin ertelenmiş restorasyon gruplarında (Gr M3 ve Gr D3) ölçülen ortalama MBD değerleri, ağartma tedavisi sonrasında restorasyonların hemen uygulandığı mine (Gr M2) ve dentin (Gr D2) gruplarına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Mine ve dentin örneklerinin ertelenmiş restorasyon gruplarında tespit edilen karma tipi kırılma tipi oranı, ağartma sonrasında restorasyonların hemen uygulandığı mine ve dentin gruplarına kıyasla daha fazla oranda, adeziv tip kırılma ise daha az orandadır.

Apatit ağı içerisinde bulunan hidroksil radikalleri, ağartma tedavisi sırasında peroksit iyonları ile yer değiştirerek peroksit-apatit yapısı oluştururlar. İki haftalık bir bekleme süresinin ardından, peroksit-apatit yapısındaki peroksit iyonlarının ayrıştığı ve hidroksil radikallerinin apatit ağına yeniden girerek hidroksiapatit yapısını tekrar oluşturduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda, peroksit iyonlarından kaynaklanan yapısal değişikliklerin de ortadan kalktığı vurgulanmıştır (248). Ağartılmış diş dokularında mahsur kalan rezidüel oksijen ve serbest radikaller, zaman içerisinde ortama salınarak yapıdan uzaklaştığından, bağlanma dayanımında görülen azalma geçicidir ve uygun süre beklenildiğinde normale dönmektedir (249-251).

Ağartma tedavisinden sonra 15 gün süreyle restorasyonların ertelendiği mine grubunda ortalama MBD değeri artış göstermekle birlikte kontrol grubu düzeyine ulaşamamıştır ($p<0,05$).

Ağartma tedavisinden sonra 15 gün süreyle restorasyonların ertelendiği dentin grubunda ise, ortalama MBD değeri istatistiksel olarak kontrol grubuna benzer düzeye kadar artış göstermiştir ($p>0,05$).

Literatür incelendiğinde; nispeten düşük konsantrasyonda HP içeren ağartma materyali uygulayan ve/veya restorasyon erteleme süresini daha uzun tutan çalışmalarda, ertelenmiş restorasyon gruplarındaki bağlanma dayanımlarının artarak istatistiksel olarak kontrol grubuna benzer düzeye ulaşabildiği görülmektedir.

Whang ve Shing'in (238) çalışmalarında, %15lik KP ile ağartıldıktan sonra 4 hafta süreyle restorasyonları ertelenen dentin örneklerinin bağlanma dayanımı, istatistiksel olarak kontrol grubuna benzer bulunmuştur.

Mazaheri ve ark. (252) %9,5'luk HP ile ağartılmış minenin, kompozit rezin veya rezin modifiye cam iyonomer restoratif materyallerine bağlanma dayanımını arttırmada, 1 haftalık restorasyon erteleme süresinin yeterli olduğunu bildirmişlerdir .

Vidhya ve ark. (3) üzüm çekirdeği ekstraktının ağartılmış mine üzerindeki antioksidan etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında; ertelenmiş restorasyon grubunun bağlanma dayanımının istatistiksel olarak kontrol grubuna benzer olduğunu bildirmişlerdir. Vidhya ve ark.'nın çalışması, ağartma tedavi protokolü bakımından bu çalışmadan farklılık göstermektedir. Çalışmamızda ağartma tedavisi, %40 HP içerikli ağartma materyali ile ve her biri 20 dk süren 3 uygulamada gerçekleştirilmiştir. Vidhya ve ark.'nın çalışmasında ise ağartma tedavisi %38'lik HP içerikli materyalin mine yüzeyine 10 dk süreyle uygulanması şeklindedir. Vidhya ve ark.'nın çalışmasına kıyasla daha yüksek peroksit içerikli ağartma ürünün daha uzun süre uygulanması şeklinde oluşturduğumuz tedavi protokolümüzde, ertelenmiş restorasyon grubunun ortalama MBD değeri, kontrol grubunun seviyesine ulaşamamıştır.

Bittencourt ve ark. (122) *in situ* bir çalışmada %35'lik HP ile ağartılan mine ve dentin örneklerine yapılacak restorasyonları farklı sürelerde ertelemişler ve bekleme süreleri sonunda bağlanma dayanımını karşılaştırmalı olarak değerlendirmişlerdir. Restorasyonları 21

gün süreyle ertelenen ağartılmış mine gruplarında bağlanma dayanımı istatistiksel olarak mine kontrol grubuna benzer düzeyde ölçülmüş; ancak 7 günlük ve 14 günlük restorasyon erteleme süreleri, rezin-mine bağlanma dayanımını kontrol grubu düzeyine ulaştıramamıştır. Restorasyonları 7, 14 ve 21 günlük sürelerle ertelenen ağartılmış dentin grupları arasında ise bağlanma dayanımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşmamıştır.

Ağartılmış diş dokularının rezin esaslı restoratif materyallere bağlanma dayanımında ortaya çıkan problemi hemen gidermek ve azalan bağlanma dayanımını tekrar arttırarak normale döndürmek amacıyla ağartma tedavisinin tamamlanmasını takiben diş yüzeylerine antioksidan uygulanabileceği (253) bildirildiğinden bu yana oksidize diş dokularını nötralize edebilecek antioksidanlar üzerinde yoğun olarak araştırma yapılmaktadır.

Askorbik asit ve tuzları (sodyum askorbat), biyolojik sistemlerde reaktif serbest radikalleri yok edebilen etkili sentetik antioksidanlardır. Askorbik asit düşük pH değeri (yaklaşık 1,8) nedeniyle diş dokularında ilave bir asitleme etkisi oluşturduğundan (15) çalışmalar daha ziyade sodyum askorbat üzerinde yoğunlaşmıştır. Sodyum askorbat; nötral, toksik olmayan, biyouyumlu bir sentetik antioksidandır. Ağartılmış diş dokuları üzerindeki antioksidan etkisi en fazla araştırılan, sodyum askorbatın %10 konsantrasyondaki çözeltisidir (254). Ancak sodyum askorbat antioksidan tedavisi halen diş hekimliği klinik rutinde yeri olmayan deneysel bir yaklaşım olarak kalmıştır. Literatürde sodyum askorbatın klinik olarak kullanıldığı sadece bir vaka raporu mevcuttur (255).

Çalışmamızda, ağartılmış mine ve dentin yüzeylerine uygulanan sodyum askorbat içerikli deneysel antioksidan tedavi sonrasında (Gr M4 ve Gr D4) ölçülen ortalama MBD değerleri, yalnızca ağartma tedavisi uygulanan ve ağartma sonrası restorasyonların hemen uygulandığı mine (Gr M2) ve dentin (Gr D2) gruplarına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$).

Ağartılmış mine yüzeylerine uygulanan sodyum askorbat içerikli deneysel antioksidan tedavi sonrasında (Gr M4), rezin-mine bağlanma dayanımı istatistiksel olarak ertelenmiş restorasyon grubuna (Gr M3) benzer düzeye ulaşmıştır ($p > 0,05$).

Ağartılmış dentin yüzeylerine uygulanan sodyum askorbat içerikli deneysel antioksidan tedavi sonrasında (Gr D4), rezin-dentin bağlanma dayanımı istatistiksel olarak dentin kontrol grubuna (Gr D1) ve ertelenmiş restorasyon grubuna (Gr D3) benzer düzeye ulaşmıştır ($p > 0,05$). Ağartılmış dentin yüzeylerine uygulanan tüm antioksidan tedavi

protokolleri arasında, yalnızca sodyum askorbat antioksidan tedavisi (Gr D4), bağlanma dayanımını dentin kontrol grubuna (Gr D1) ulaşacak düzeyde arttırabilmiştir ($p>0,05$). Dolayısıyla çalışmamızın sınırları dahilinde, ağartılmış dentinin rezine bağlanma dayanımını artırma açısından en etkili olan, sodyum askorbat antioksidan tedavisidir (Gr D3).

Ağartılmış diş dokularına uygulanan antioksidanın konsantrasyonu, formu, uygulama süresi ve yöntemi, bağlanma dayanımını arttırmada etkili olan önemli faktörlerdir (7, 229, 256, 257). Yüzde 10 konsantrasyonda uygulanan SA'ın, bağlanma dayanımını arttırmada daha yüksek konsantrasyonlardaki SA kadar etkili olduğu ve ağartma materyalinin oksidize edici etkisini nötralize edebildiği bildirilmiştir (258-260). Yüzde 10'un altındaki konsantrasyonlarda ise SA'ın etkili bir nötralizasyon kabiliyetine sahip olmadığı öne sürülmüştür (261). Yüzde 10 konsantrasyondaki SA çözeltisi, çalışmalarda en sık kullanılan formdur (4, 7, 8, 16, 17, 229, 256, 258, 260, 262-264). Ağartılmış diş yüzeylerine uygulanan %10'luk sodyum askorbat solüsyonunun, rezin-mine (8, 221, 230, 265) veya rezin-dentin (229) bağlanma dayanımını arttırarak normale döndürdüğü birçok *in vitro* çalışmada tespit edilmiştir. Ancak bu durumun tersine, uyguladıkları sodyum askorbat protokolünü etkisiz bulan çalışmalar da mevcuttur (263, 266, 267).

Literatür incelendiğinde; *in vitro* çalışmalarda ağartılmış diş yüzeylerine uygulanan sodyum askorbat antioksidan tedavi protokollerinin standart olmadığı, uygulanma süreleri ve şekilleri açısından deney dizaynlarında farklılıklar bulunduğu görülmektedir. Bağlanma dayanımını, kontrol grubundaki ağartılmamış örneklerin bağlanma dayanımı seviyesine ulaştırabilmek için, antioksidan tedavisinin 1 dakika ila 40 saat arasında değişen sürelerde uygulanması önerilmiştir (254).

Lai ve ark. (16) antioksidan tedavi süresinin; uygulanan ağartma süresinin en az üçte biri kadar olması gerektiğini savunmuşlardır. Türkün ve Kaya (8) ise sodyum askorbat solüsyonunu ağartılmış diş yüzeylerine aktif şekilde uygulamak kaydıyla, 10 dakikalık bir tedavi süresinin, mine-rezin bağlanma dayanımını arttırmada yeterli olduğunu bildirmişlerdir.

Bir başka çalışmada Freire ve ark. (268) sodyum askorbatın diş yüzeyiyle oluşturduğu reaksiyonun yaklaşık 1 dk içerisinde en üst seviyeye ulaştığını ve daha sonra kademeli olarak azaldığını tespit etmişler ve antioksidanın uygulanma sıklığının, diş yüzeyiyle temas ettiği toplam süreden daha önemli olduğunu vurgulamışlardır .

Park ve ark. (125) sodyum askorbat antioksidan solüsyonunun ağartılmış diş yüzeylerine pasif şekilde uygulanması halinde, diş yapılarına penetrasyonunun oldukça yavaş şekilde gerçekleşeceğini ve basit difüzyon mekanizması nedeniyle zaman alacağını bildirmişlerdir.

Cortez ve ark. (269) %35'lik HP ile ağartılmış dentin yüzeylerine SA antioksidan tedavisini üç farklı yöntemle uygulamışlar ve rezin-dentin bağlanma dayanımına etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Çalışmada SA antioksidan tedavi süreleri belirtilmemekle birlikte; SA solüsyonunun dentin yüzeylerinde aktif şekilde uygulandığı yöntemde en yüksek bağlanma değerine ulaşıldığı bildirilmiştir. Ayrıca, SA antioksidan solüsyonu devamlı olarak tazelenildiğinde ve yüzeye aktif şekilde uygulandığında, ağartılmış diş yüzeylerinde açığa çıkan antioksidan etkinliğin artırılabilirdiği başka çalışmalarda da tespit edilmiştir (262, 266).

Bu çalışmalarla uyumlu şekilde bizim çalışmamızda da %10'luk sodyum askorbat solüsyonu, ağartılmış mine ve dentin yüzeylerine 10 dk süreyle, aktif şekilde uygulanmış ve solüsyon her bir dakika sonunda tazelenmiştir. Ağartılmış mine ve dentin yüzeylerine uyguladığımız sodyum askorbat antioksidan tedavisi, yalnızca ağartma yapılan gruplara kıyasla rezin-mine ve rezin-dentin bağlanma dayanımını arttırmıştır.

Sentetik antioksidanların toksik olmalarıyla ilgili son dönemde artan kaygılara (165, 270) paralel olarak diş hekimliği alanında da araştırmacılar çalışmalarını, ağartılmış diş dokularında uygulanabilecek etkili ve güvenli doğal antioksidanlar üzerinde yoğunlaştırmışlardır (1, 15). Ancak, klinik kullanıma uygun formda geliştirilmiş ve diş hekimliği rutin uygulamalarında yerini almış doğal bir antioksidan tedavi protokolü henüz bulunmamaktadır. Literatür incelendiğinde; bazı araştırmacıların doğal antioksidanlara ulaşmak amacıyla, ticari olarak satılan kapsül veya tablet formundaki supplement preparatlarından yararlandıkları görülmektedir (3, 167, 168). Bitki ekstraktı içeren doğal antioksidan solüsyonu hazırlamak amacıyla supplementlerin kullanıldığı çalışmaların dezavantajlı olarak kabul edilebilecek bir yanı, piyasada ticari olarak satılmakta olan kapsül ya da tablet formundaki bitki ekstraktlarının saf olmayıp içeriklerinde katkı maddelerinin bulunmasıdır (169, 170).

Yapılarında flavonoidler, fenolik bileşikler ve türevlerini içeren doğal bitkiler, serbest radikalleri temizleme, metal iyonlarla bileşik oluşturma, oksijen oluşumunu azaltma veya

engelleme gibi farklı mekanizmalarla otooksidasyonu önleyebilmektedirler. Gıda endüstrisinde besinlerin raf ömrünü uzatmak amacıyla sıklıkla kullanılan bu bileşikler, aromatik halkalarının hidroksil gruplarındaki hidrojeni serbest radikallere vererek besin maddelerinin okside olmalarını engellerler (164).

Dental ağartma tedavisi sonrasında azalan rezin bağlanma dayanımını normale döndürmek amacıyla sıklıkla incelenen doğal antioksidan kaynaklarından biri yeşil çay ekstraktıdır (271).

Çalışmamızda, ağartılmış mine (Gr M5) ve dentin (Gr D5) yüzeylerine uygulanan yeşil çay içerikli deneysel antioksidan tedavi sonrasında ölçülen ortalama MBD değerleri, yalnızca ağartma tedavisi uygulanan ve ağartma sonrası restorasyonların hemen uygulandığı mine (Gr M2) ve dentin (Gr D2) gruplarına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$).

Ağartılmış mine yüzeylerine uygulanan yeşil çay içerikli deneysel antioksidan tedavi sonrasında (Gr M5), rezin-mine bağlanma dayanımı istatistiksel olarak ertelenmiş restorasyon grubuna (Gr M3) benzer düzeye ulaşmıştır ($p > 0,05$).

Ağartılmış dentin yüzeylerine uygulanan yeşil çay içerikli deneysel antioksidan tedavi sonrasında (Gr D5), rezin-dentin bağlanma dayanımı istatistiksel olarak ertelenmiş restorasyon grubuna (Gr D3) benzer düzeye ulaşmıştır ($p > 0,05$).

Berger ve ark. (17) %10'luk yeşil çay ve %10'luk sodyum askorbat içerikli antioksidan jellerini %10'luk KP ile ağartılmış mine üzerine uygulayarak mikrogirilim bağlanma dayanımını incelemiştir. Sodyum askorbat ve yeşil çay antioksidan tedavilerinin etkinlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmediğinden, araştırmacılar yeşil çayın adeziv işlemlerden önce ağartılmış mineye uygulanabilecek alternatif bir doğal antioksidan kaynağı olduğunu bildirmişlerdir .

Sharafeddin ve ark. (168) %38'lik HP ve %15'lik KP ile ağartılmış mine yüzeylerine, yeşil çay (suplement) ekstraktından %5 konsantrasyonda hazırlanan antioksidan solüsyonunu 10 dk süreyle uygulamışlar ve rezin-mine MBD değerlerini karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Yeşil çay antioksidan tedavisinin, %15'lik KP ile ağartılmış minenin bağlanma dayanımında anlamlı bir farklılık oluşturmadığını ancak %38'lik HP ile ağartılmış minenin bağlanma dayanımını anlamlı oranda arttırdığını bildirmişlerdir. Ev tipi ağartma

ürünlerine oranla daha fazla peroksit ve rezidüel oksijen açığa çıkartan ofis tipi ağartma ürünleri kullanıldığında, yeşil çayın rezin-mine MBD üzerindeki etkisinin daha belirgin olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Sharafeddin ve ark. (167) başka bir çalışmada, %10'luk sodyum askorbat solüsyonu ile üzüm çekirdeği, nar kabuğu ve yeşil çay ekstraktlarından (suplement) ayrı ayrı %5 konsantrasyonlarda hazırlanan antioksidan solüsyonlarını %38'lik HP ile ağartılmış mine yüzeylerine 10 dk süreyle uygulamışlar ve rezin-mine MBD üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmişlerdir. Çalışma sonunda tüm deneysel antioksidan tedavileri, rezin-mine MBD değerini arttırmada (yalnızca ağartma yapılan gruba oranla) eşit derecede etkili bulunmuştur. Bu çalışmanın deney dizaynında ağartılmamış mine grubuna yer verilmemekle birlikte; araştırmacılar %38'lik HP ile ağartılan mine yüzeyine yapılacak rezin restorasyonların iki hafta süreyle ertelenmesinin bağlanma dayanımını arttırmada yeterli olacağını savunmuşlardır .

Khamverdi ve ark. (271) %10'luk sodyum askorbat solüsyonu ile yeşil çay (1000 µmol), adaçayı (%10) ve üzüm çekirdeği (%5) ekstraktlarından çeşitli konsantrasyonlarda hazırlanan deneysel antioksidan solüsyonlarını, %40'luk HP ile ağartılmış mine yüzeylerine 10 dk süreyle uygulamışlar ve rezin-mine MBD üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar çalışma sonunda tüm deneysel antioksidan tedavilerinin, rezin-mine MBD değerini arttırmada eşit derecede etkili olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızın aksine; Khamverdi ve ark.'nın çalışmasında antioksidan uygulanan tüm grupların ortalama MBD değerleri kontrol grubu seviyesine yükselmiştir. Araştırmacılar çalışmalarının deney dizaynında, ofis tipi ağartma ürününü mine yüzeyine 15'er dakikalık sürelerle 3 defa uygulamışlardır. Dolayısıyla mine yüzeylerinin %40'luk HP jeli ile toplam temas süresi 45 dakikadır. Bizim çalışmamızda ise ağartma tedavisi, her biri 20 dakika süren 3 uygulamada gerçekleştirilmiştir. Mine yüzeylerinin %40'luk HP jeli ile toplam temas süresi 60 dakikadır. Muhtemelen kullanılan ağartma materyalinin mine yüzeyi ile toplam temas süresinin daha fazla olması nedeniyle; bu çalışmada ağartılmış mine yüzeylerine uygulanan deneysel antioksidan tedavi protokollerinin hiçbiri, bağlanma dayanımını istatistiksel olarak mine kontrol grubuna (Gr M1) ulaşacak düzeyde arttıramamıştır.

Literatürde yeşil çay ekstraktından elde edilen doğal antioksidan tedavisinin ağartılmış dentin dokusuna uygulanarak bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirildiği bir çalışma bulunmamaktadır.

Yeşil çay, başlıca epigallokateşin gallat (EGCG), epigallokateşin (EGC), epikateşin gallat (ECG) ve epikateşin (EC) gibi kateşinler ve flavanollerden zengin olan *Camellia sinensis* bitkisinden elde edilir. Yeşil çayın güçlü antioksidan aktivitesi, kateşin ve flavanol içeriği ile ilişkilendirilmiştir (272-276). Kateşinler, yapılarındaki hidroksil gruplarından hidrojenleri bağışlayarak serbest radikalleri nötralize edebilirler (273). Yeşil çay kateşinlerinin, C vitamini ve E vitaminden birkaç kat daha yüksek güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğu gösterilmiştir (277).

Çalışmamıza dahil edilen ve ağartılmış diş dokularının bağlanma dayanımına etkisi incelenen doğal antioksidan kaynaklarından bir diğeri biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ekstraktıdır. Bu çalışmada ağartılmış mine ve dentin yüzeylerine uygulanan biberiye içerikli deneysel antioksidan tedavi sonrasında (Gr M6 ve Gr D6) ölçülen ortalama MBD değerleri, yalnızca ağartma tedavisi uygulanan ve ağartma sonrası restorasyonların hemen uygulandığı mine (Gr M2) ve dentin (Gr D2) gruplarına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Ağartılmış mine yüzeylerine uygulanan biberiye içerikli deneysel antioksidan tedavi sonrasında (Gr M6), rezin-mine bağlanma dayanımı istatistiksel olarak ertelenmiş restorasyon grubuna (Gr M3) benzer düzeye ulaşmıştır ($p>0,05$).

Ağartılmış dentin yüzeylerine uygulanan biberiye içerikli deneysel antioksidan tedavi sonrasında (Gr D6), rezin-dentin bağlanma dayanımı istatistiksel olarak ertelenmiş restorasyon grubuna (Gr D3) benzer düzeye ulaşmıştır ($p>0,05$).

Pires MA ve ark. (278) doğal antioksidan kaynağı olarak biberiye ve yeşil çay ekstraktlarının, sentetik antioksidan olarak da BHA'nın, antioksidan etkinliğini karşılaştırmalı değerlendirdikleri çalışmalarında, üç grubun da antioksidan etkinliğinin benzer olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar biberiyenin, kanserojen etkisi olduğu bildirilen sentetik BHA yerine alternatif olarak gıda endüstrisinde kullanılacak etkili bir doğal antioksidan kaynağı olduğunu savunmuşlardır.

Literatürde doğal biberiye ekstraktından elde edilen doğal antioksidan tedavisinin ağartılmış diş dokusunun bağlanma dayanımına etkisinin incelendiği yalnızca bir çalışma bulunmaktadır. Bu *in vitro* çalışmada Suneetha ve ark. (1) biberiye ekstraktından elde edilen ve konsantrasyonu belirtilmeyen doğal antioksidan solüsyonunu %10'luk KP ile ağartılmış mine yüzeylerine 10 dk süreyle uygulamışlardır. Araştırmacılar, ağartma tedavisi sonrasında

azalan MBD değerlerini arttırmada, %10'luk sodyum askorbat solüsyonu ve biberiye solüsyonunu etkili bulmuşlardır.

Bir başka çalışmada Prasansuttiporn T ve ark. (279) biberiye ekstraktlarının yapısında bulunan fenolik asitlerden rosmarinik asiti, sodyum hipoklorit ile oksidize edilmiş dentin üzerinde uygulamışlardır. Sodyum hipoklorit irrigasyonu sonrasında 5 ve 10 saniyelik sürelerle dentin yüzeyine uygulanan 100 µM rosmarinik asit, bağlanma dayanımını anlamlı oranda arttırmış ve %10'luk sodyum askorbat solüsyonuna kıyasla daha etkili bulunmuştur.

Biberiye ekstrakt içeriğinde bulunan rosmarinik asit, iki kateşol halkası (1,2-dihidroksibenzen) içeren difenolik bileşiktir. Rosmarinik asitin antioksidan aktivitesi, yapısındaki kateşolün, hidroksil ve fenoksil radikalleri arasında hidrojen bağı oluşturma kapasitesi ile açıklanır (279, 280).

Khoroushi ve ark. (281) %10'luk sodyum askorbat, %10'luk rosmarinik asit ve %10'luk hesperidin olmak üzere üç farklı antioksidan solüsyonunu, sodyum hipoklorit ile oksidize edilmiş kök dentini üzerine uygulamışlar ve daha sonra fiber postların dentine bağlanma dayanımını incelemişlerdir. Çalışma sonunda en yüksek ortalama bağlanma dayanımı değerinin sodyum askorbat grubunda ölçüldüğünü, rosmarinik asitin sodyum askorbat ve hesperidine kıyasla, daha az etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Biberiye, gıdaların oksidatif hasara karşı korunması (otooksidasyonunun önlenmesi) ve raf ömrünün uzatılması amacıyla gıda endüstrisinde sıklıkla kullanılan doğal antioksidan kaynaklarının başında gelmektedir (282, 283). Daha önceki çalışmalarda incelenen biberiye ekstraktlarında; karnosol, karnosik asit, rosmanol, rosmadial, epirosmanol, isorosmanol, rosmaridifenol, rosmariquinon ve rosmarinik asit olmak üzere antioksidan etkiye sahip 9 farklı fenolik bileşik bulunduğu tespit edilmiştir. Richeimer ve ark. (176) biberiye ekstraktında en güçlü antioksidan aktivite gösteren bileşiğin karnosik asit olduğunu ve bunun diğer bir bileşik olan karnosolden 3 kat; BHT ve BHA gibi sentetik antioksidanlardan 7 kat daha yüksek aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir.

Literatür incelendiğinde gerek gıda endüstrisinde gerekse tıp alanında (284-288) antioksidan özellikli bazı bitki ekstraktlarının veya bunlardan izole edilen saf bileşiklerin uygun oranda kombine edilmesi sonucu açığa çıkan sinerjistik etkileşimden yararlanılabildiği görülmektedir (163-165).

Jain DP ve ark. (288) beş farklı bitkisel doğal antioksidan kaynağının (*Vitis vinifera*, *Phyllanthus emblica* L., *Punica granatum*, *Cinnamomum cassia*, *Ginkgo biloba* L.) yeşil çay (*Camellia sinensis*) ile kombinasyonlarının antioksidan aktivitelerini analiz ederek sinerjistik antioksidan etkileşimi değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, kullanılan bitki ekstraktlarının yüksek miktarda fenolik ve flavonoid bileşik içerdiğini ve bunların yeşil çay ile kombinasyonlarının, ekstraktların tek başına kullanıldığı durumlara kıyasla daha yüksek oranda antioksidan etki açığa çıkardığını bildirmişlerdir. Yeşil çay ile kombine edildiği takdirde her bir bitki ekstraktının daha düşük dozlarda kullanılabilceğini belirten araştırmacılar, bu durumun tek bitki ekstraktının daha yüksek dozlarda kullanılması halinde oluşabilecek yan etkilerin önlenmesi açısından da yararlı olacağını savunmuşlardır.

Beltagi ve ark. (285) üzüm çekirdeği ve yeşil çay ekstraktları ile bunların karışımlarının antioksidan etkinliklerini incelemişlerdir. Her iki ekstraktın da toplam fenolik ve flavonoid bileşikleri açısından yüksek içeriğe sahip olduğunu, bu ekstraktların doğru oranda karıştırıldığında sinerjistik etkileşim göstererek antioksidan aktiviteyi daha da arttırdığını bildirmişlerdir. Bu çalışmaya dahil edilen gruplarda ölçülen toplam fenolik ve flavonoid içerikleri dikkate alınarak; açığa çıkan antioksidan etkinlikleri yüksekten düşüğe doğru şu şekilde sıralanmıştır: 200 mg üzüm çekirdeği + 100 mg yeşil çay ekstrakt karışımı > 100 mg üzüm çekirdeği + 100 mg yeşil çay ekstrakt karışımı > üzüm çekirdeği ekstraktı > yeşil çay ekstraktı.

Gıda endüstrisi alanında yapılan bir başka çalışmada, biberiye, yeşil çay ve yeşil çayın flavanol konsantrasyonu bakımından zenginleştirilmiş ekstraktları, antioksidan etkinlikleri açısından alfa tokoferol, BHA/BHT gibi sentetik gıda antioksidanlarıyla karşılaştırılmıştır. Çalışmada kombine edilerek kullanılan biberiye ve yeşil çay ekstraktları arasında anlamlı bir sinerjistik etkileşim olduğu belirtilmiştir. Bu durum, yeşil çay-biberiye ekstrakt karışımında oranı artan kateşinlerin de etkisi ile birlikte daha fazla radikal temizleyebilen daha fazla sayıda hidroksil grubunun bulunması ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca bu çalışmada en yüksek oranda elde edilen antioksidan etki, 300 ppm biberiye + 200 ppm yeşilçay antioksidan kombinasyonu ile sağlanabilmiştir (286).

Literatürde oksidize dış dokuları üzerinde uygulanabilecek antioksidan özellikli farklı bitki ekstraktlarının ya da farklı antioksidan bileşiklerinin kombine edilerek kullanıldığı herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu amaçla çalışmamızda, %10'luk yeşil çay ve %10'luk biberiye solüsyonları 1/1 oranında karıştırılarak kombine bir doğal antioksidan

solüsyonu hazırlanmış ve sinerjistik antioksidan etkileşimin incelenmesi amacıyla ağartılmış mine (Gr M7) ve dentin yüzeylerine (Gr D7) uygulanmıştır.

Ağartılmış mine ve dentin yüzeylerine uygulanan yeşil çay-biberiye kombinasyonu içerikli deneysel antioksidan tedavi sonrasında (Gr M7 ve Gr D7) ölçülen ortalama MBD değerleri, yalnızca ağartma tedavisi uygulanan ve ağartma sonrası restorasyonların hemen uygulandığı mine (Gr M2) ve dentin (Gr D2) gruplarına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Ağartılmış mine yüzeylerine uygulanan yeşil çay-biberiye kombinasyonu içerikli deneysel antioksidan tedavi sonrasında (Gr M7), rezin-mine bağlanma dayanımı artış göstermekle birlikte istatistiksel olarak ertelenmiş restorasyon grubuna (Gr M3) benzer düzeye ulaşamamıştır ($p<0,05$). Yeşil çay ve biberiye ekstrakt kombinasyonundan hazırlanan deneysel tedavi protokolü (Gr M7), rezin-mine bağlanma dayanımını arttırmada yeşil çay ve biberiye gruplarına (Gr M5 ve Gr M6) benzer şekilde etkili ($p>0,05$) bulunmakla birlikte; sodyum askorbat grubundan (Gr M4), ertelenmiş restorasyon grubundan (Gr M3) ve kontrol grubundan (Gr M1) anlamlı oranda daha başarısız bulunmuştur ($p<0,05$). Dolayısıyla, ağartılmış mine yüzeylerine yeşil çay ve biberiye ekstrakt karışımından elde edilen deneysel tedavi protokolü uygulandığında; bu tedavilerin ayrı ayrı uygulandığı (Gr M5 ve Gr M6) durumlara kıyasla bağlanma dayanımında ilave bir artış sağlanamamıştır. Bu sonuç, ağartılmış mine yüzeylerine bir arada uygulanan yeşil çay ve biberiye ekstrakt molekülleri arasında sinerjistik bir antioksidan etkileşimin açığa çıkmadığını göstermektedir.

Ağartılmış dentin yüzeylerine uygulanan yeşil çay-biberiye kombinasyonu içerikli deneysel antioksidan tedavi sonrasında (Gr D7), rezin-dentin bağlanma dayanımı artış göstermekle birlikte istatistiksel olarak ertelenmiş restorasyon grubuna (Gr D3) benzer düzeye ulaşamamıştır ($p<0,05$). Yeşil çay ve biberiye ekstrakt kombinasyonundan hazırlanan deneysel tedavi protokolü (Gr D7); ortalama MBD değerleri bakımından sodyum askorbat (Gr D4), yeşil çay (Gr D5) ve biberiye gruplarına (Gr D6) benzer ($p>0,05$) bulunmakla birlikte, bağlanma dayanımını istatistiksel olarak ertelenmiş restorasyon grubuna (Gr D3) veya dentin kontrol grubuna (Gr D1) ulaşacak düzeyde arttıramamıştır ($p<0,05$). Dolayısıyla ağartılmış dentinin rezine bağlanma dayanımını arttırma açısından en başarısız olan yeşil çay ve biberiye ekstrakt kombinasyonundan hazırlanan deneysel tedavi protokolüdür (Gr D7). Bu sonuç aynı zamanda, ağartılmış dentin yüzeylerine 1/1 oranında karıştırılarak uygulanan yeşil çay ve biberiye ekstrakt molekülleri arasında sinerjistik bir antioksidan etkileşimin açığa

çıkmadığını göstermektedir. Literatürde bitki ekstraktları arasında sinerjistik etkileşim oluşturulabildiğini kanıtlayan diğer çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda, bu çalışmada kullanılan 1/1 kombinasyon oranının sinerjistik antioksidan etki elde edebilmek için doğru oran olmadığı açıktır.

Sinerjik antioksidan aktivite, antioksidanın türüne ve konsantrasyonuna bağlıdır. Biyolojik sistemlerde antioksidanların sinerjik etkileşimi çeşitli faktörlerden etkilenir. Uygun antioksidanların konsantrasyonu ve kombinasyonu, maksimum antioksidan sinerjistik etki için önemli faktörler olarak görünmektedir (165). Bitki ekstraktlarının kompleks yapıları nedeniyle, formülasyonu standart bir bitkisel preparat üretmek oldukça zordur. Sinerjik etkileşimler, kombinasyondaki farklı bileşiklerin tiplerine ve oranlarına bağlıdır. Belirli bir konsantrasyon oranında sinerjistik etki oluşturabilen bir karışım, başka bir konsantrasyon oranında antagonistik etki oluşturabilmektedir. Bu nedenle maksimum oranda sinerjistik aktivite elde edebilmek için, karışımın kompozisyonunda yer alacak farklı bileşiklerin tiplerinin ve bunların karışımdaki konsantrasyonlarının hassas bir şekilde ayarlanması ve standardizasyonun sağlanması gereklidir. Bitki ekstraktları ile sinerjistik antioksidan etki oluşturabilmek amacıyla yapılan çalışmalarda çoğu bitki kombinasyonu henüz denenmemiş ve bu yüzden sinerjistik kombinasyonların pek azı henüz keşfedilebilmiştir. Bu alanda daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

Ağartılmış mine ve dentine uygulanan tüm deneysel tedavi gruplarında (Gr M4-M7, Gr D4-D7), yalnızca ağartma yapılan mine ve dentin gruplarına (Gr M2, Gr D2) oranla bağlanma dayanımı anlamlı oranda artmıştır. Yalnızca ağartma yapılan mine ve dentin gruplarıyla kıyaslandığında, deneysel tedavi gruplarında tespit edilen karma tipi kırılma daha fazla oranda, adeziv tip kırılma ise daha az orandadır. Dolayısıyla, “çalışmaya dahil edilen ve ağartılmış diş dokularına uygulanan farklı antioksidan tedavi protokollerinin tümü mine-rezin ve dentin-rezin makaslama bağlanma dayanımını arttırmaktadır” şeklinde oluşturduğumuz 1. hipotezimiz kabul edilmiştir. Ancak çalışmaya dahil edilen ve ağartılmış diş dokularına uygulanan farklı antioksidan tedavi protokollerinin, mine-rezin veya dentin-rezin makaslama bağlanma dayanımını artırma etkinlikleri arasında farklılık bulunduğundan 2. hipotezimiz reddedilmiştir.

Ağartılmış diş dokularına uygulanan deneysel antioksidan tedavilerinin rezine bağlanma dayanımına etkisinin incelendiği laboratuvar çalışmalarında; kullanılan ağartma materyalindeki hidrojen peroksit konsantrasyonu, ağartma ürününün diş yüzeyi ile temas

süresi, restorasyon erteleme süresi, saklama ortamının tamponlama veya remineralizasyon etkisi, kullanılan antioksidanın tipi, antioksidan uygulama süresi ve yöntemi gibi pek çok faktör farklı *in vitro* sonuçların ortaya çıkmasında etkili olabilmektedir.

Bitki ekstraktlarının antioksidan aktivitesi üzerine yapılan çalışmalardan farklı sonuçların alınmasında bitkinin yetiştiği bölge, ekstrakt elde etmede kullanılan bitki kısmı, bitkinin ekstraksiyon yöntemi, ekstraktın içerdiği fenolik bileşikler ve bunların konsantrasyonu, üzerinde çalışılan substrat gibi birçok faktör etkili olmaktadır (164). Bitki ekstraktları saf bir bileşikten oluşmayıp farklı molekül ağırlıklarına sahip pek çok antioksidan bileşik içerirler. Dolayısıyla bitki ekstraktlarının kullanıldığı çalışmalarda, ekstraktlardan hazırlanan solüsyonlardaki antioksidan bileşiklerin oranı ve solüsyonun nihai molekül ağırlığı belirlenmemektedir (165, 270).

Bitki ekstraktları, farmasötik endüstri alanında sıklıkla kullanılan doğal antioksidan kaynaklarıdır. Günümüzde üretilen pek çok ilaç veya materyal, bitki ekstraktı çalışmaları sonucunda terapötik etkinliği kanıtlanan bitkilerin doğal aktif içeriklerinden veya bunların laboratuvar koşullarında üretilen sentetik türevlerinden elde edilmektedir. Bitki ekstrakt çalışmaları bu anlamda farmasötik endüstriye temel teşkil eden ve yön veren, düşük maliyetli öncül çalışmalardır (270). Diş hekimliği alanında bir bitki ekstraktının, ağartma tedavisi, ozon terapisi veya sodyum hipoklorit irigasyonu gibi mine ve dentini oksidize edici uygulamalara karşı oluşturduğu terapötik antioksidan etki kanıtlandıktan sonra, ilgili bitkinin içerdiği doğal aktif bileşiklere yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Yakın gelecekte yapılacak çalışmalarla, doğal bitki ekstraktlarından izole edilen, antioksidan özellikli ve molekül ağırlığı bilinen bioaktif maddeler tek başlarına veya belirli oranlarda kombine edilerek kompozisyonu stabil ve tekrarlanabilir deneysel protokoller oluşturulmalı ve oksidize diş dokuları üzerindeki antioksidan etkileri incelenmelidir. Tüm bu araştırmaların nihai hedefi; diş hekimliği alanında oksidize diş dokuları üzerinde uygulanabilecek, öngörülebilir ve tekrarlanabilir tedavi sağlayan altın standart bir antioksidan ürününün geliştirilmesine katkı sağlamak olmalıdır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda %40 konsantrasyonda hidrojen peroksit içeren ofis tipi ağartma materyali ile ağartılan mine ve dentin örneklerine dört farklı deneysel antioksidan tedavi protokolü uygulanmıştır. Yeşil çay ve biberiye ekstraktları ile bunların 1/1 oranındaki kombinasyonundan hazırlanan üç doğal antioksidan tedavi protokolü ve sentetik sodyum askorbat materyalinden hazırlanan antioksidan tedavi protokolünün; ağartılmış mine ve dentin yapısındaki serbest radikalleri nötralize edebilme etkinlikleri, makaslama bağlanma dayanımı analiziyle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın sınırları dahilinde elde edilen sonuçlar ve öneriler şu şekildedir:

- Çalışmada elde edilen en düşük ortalama MBD değerleri, yalnızca ağartma tedavisinin uygulandığı mine ve dentin gruplarında (Gr M2 ve Gr D2); en yüksek ortalama MBD değerleri ise, mine ve dentin kontrol gruplarında (Gr M1 ve Gr D1) elde edilmiştir.
- Restorasyonları 15 gün süreyle ertelenen ağartılmış mine ve dentin gruplarında (Gr M3, Gr D3) ortalama MBD değerleri, yalnızca ağartma tedavisinin uygulandığı mine ve dentin gruplarına (Gr M2, Gr D2) kıyasla yüksek bulunmuştur ($p>0,05$). Dolayısıyla restorasyonların 15 gün süreyle ertelenmesi, mine-rezin ve dentin-rezin bağlanma dayanımını arttırmıştır.
- Restorasyonları 15 gün süreyle ertelenen ağartılmış mine grubunda (Gr M3) ortalama MBD değeri artmakla birlikte istatistiksel olarak kontrol grubu düzeyine ulaşamamıştır ($p<0,05$).
- Restorasyonları 15 gün süreyle ertelenen ağartılmış dentin grubunda (Gr D3) ortalama MBD değeri artarak istatistiksel olarak kontrol grubuna benzer düzeye ulaşmıştır ($p>0,05$).
- Ağartılmış mine ve dentin yüzeylerine uygulanan tüm deneysel antioksidan tedavi gruplarındaki (Gr M4-M7, Gr D4-D7) ortalama MBD değerleri, yalnızca ağartma tedavisinin uygulandığı mine ve dentin gruplarına (Gr M2, Gr D2) kıyasla yüksek bulunmuştur ($p>0,05$). Dolayısıyla çalışmaya dahil edilen ve ağartılmış diş yüzeylerine uygulanan farklı antioksidan tedavi protokollerinin tümü, mine-rezin ve dentin-rezin bağlanma dayanımını arttırmıştır.

- Ağartılmış mine yüzeylerine uygulanan deneysel antioksidan tedavi protokollerinin hiçbirini bağlanma dayanımını mine kontrol grubuna (Gr M1) ulaşacak düzeye kadar arttıramamıştır ($p < 0,05$).
- Ağartılmış mine yüzeylerine uygulanan deneysel antioksidan tedavi protokolleri arasında, yeşil çay-biberiye kombinasyonu içerikli deneysel antioksidan tedavi (Gr M7) hariç, diğerleri bağlanma dayanımını istatistiksel olarak ertelenmiş restorasyon grubuna (Gr D3) ulaşacak düzeye kadar arttırmıştır ($p > 0,05$). Dolayısıyla, mine-rezin bağlanma dayanımını artırma açısından en az etkili olan, yeşil çay-biberiye kombinasyonu içerikli deneysel antioksidan tedavidir.
- Ağartılmış dentin yüzeylerine uygulanan tüm deneysel antioksidan tedavi protokolleri arasında, yalnızca sodyum askorbat antioksidan tedavisi (Gr D4) bağlanma dayanımını dentin kontrol grubuna (Gr D1) ulaşacak düzeyde arttırabilmiştir ($p > 0,05$). Dolayısıyla, dentin-rezin bağlanma dayanımını artırma açısından en etkili olan, sodyum askorbat antioksidan tedavisidir.
- Ağartılmış dentin yüzeylerine uygulanan tüm deneysel antioksidan tedavi protokolleri arasında sadece yeşil çay-biberiye kombinasyonu içerikli deneysel antioksidan tedavi (Gr D7), bağlanma dayanımını istatistiksel olarak ertelenmiş restorasyon grubuna (Gr D3) ulaşacak düzeye kadar arttıramamıştır ($p > 0,05$). Dolayısıyla, dentin-rezin bağlanma dayanımını artırma açısından en az etkili olan, yeşil çay-biberiye kombinasyonu içerikli antioksidan tedavidir.
- Çalışmamızda yeşil çay ve biberiye ekstraktları ile bunların kombinasyonundan hazırlanan deneysel antioksidan tedavilerin, ağartılmış diş dokuları üzerindeki terapötik antioksidan etkileri gösterilmiştir. Bununla birlikte yeşil çay ve biberiye ekstraktlarından 1/1 oranında karıştırılarak hazırlanan deneysel tedavi, ağartılmış diş dokuları üzerinde sinerjistik bir antioksidan etkinlik oluşturamamıştır.
- Sinerjik antioksidan etkinliğin incelenmesi amacıyla, yeşil çay ve biberiye bitki ekstraktlarının 1/1 oranında karıştırıldığı yalnızca bir kombinasyon çalışmamıza dahil edilmiş, farklı kombinasyonların sinerjik antioksidan etkinliği değerlendirilmemiştir. Doğal bitki ekstraktları veya bitki ekstraktlarından elde edilen antioksidan özellikli saf bileşikler, farklı oranlarda kombine edilerek oksidize diş dokuları üzerinde oluşturmaları muhtemel sinerjistik antioksidan etkinlik incelenmelidir.

- Bu *in vitro* çalışmanın deney dizaynında, mine ve dentin örneklerinin ağartılması amacıyla, yalnızca bir ağartma tedavi protokolü uygulanmış, farklı tipte ağartma tedavilerine yer verilmemiştir. Çalışmaya dahil edilen deneysel antioksidan tedavilerinin etkinliği, farklı vital/devital ağartma tedavileri, ozon tedavisi veya sodyum hipoklorit irigasyonuna bağlı olarak oksidize olan diş sert dokuları üzerinde de incelenmelidir.
- Antioksidan tedavileri sonrasında mine-rezin ve dentin-rezin makaslama bağlanma dayanımı değerleri anlık olarak ölçülmüş, kısa ve uzun dönem bağlanma dayanımları değerlendirilmemiştir. Bu alanda yapılacak yeni çalışmaların deney dizaynına yapay yaşlandırma metodları dahil edilerek farklı ağız içi koşullar taklit edilmeli ve deneysel antioksidan tedavilerinin kısa ve uzun dönem bağlanma dayanımındaki etkileri incelenmelidir.

KAYNAKLAR

1. Suneetha R, Pavithra S, Thomas J, Nanga GS, Shiromany A, Shivrayan A. An in vitro comparative study of shear bond strength of composite resin to bleached enamel using synthetic and herbal antioxidants. *J Int Oral Health* 2014; 6: 77-81.
2. Arumugam MT, Nesamani R, Kittappa K, Sanjeev K, Sekar M. Effect of various antioxidants on the shear bond strength of composite resin to bleached enamel: An in vitro study. *J Conserv Dent* 2014; 17: 22-6.
3. Vidhya S, Srinivasulu S, Sujatha M, Mahalaxmi S. Effect of grape seed extract on the bond strength of bleached enamel. *Oper Dent* 2011; 36: 433-8.
4. Gökçe B, Çömlekoğlu ME, Özpınar B, Türkün M, Kaya AD. Effect of antioxidant treatment on bond strength of a luting resin to bleached enamel. *J Dent* 2008; 36: 780-5.
5. Torres CRG, Koga AF, Borges AB. The effects of antioxidant agents as neutralizers of bleaching agents on enamel bond strength. *Braz J Oral Sci* 2006; 5: 971-6.
6. Dishman MV, Covey DA, Baughan LW. The effects of peroxide bleaching on composite to enamel bond strength. *Dent Mater* 1994; 10: 33-6.
7. 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* 2009; 34: 746-52.
8. Türkün M, Kaya AD. Effect of 10% sodium ascorbate on the shear bond strength of composite resin to bleached bovine enamel. *J Oral Rehabil* 2004; 31: 1184-91.
9. Stokes AN, Hood JA, Dhariwal D, Patel K. Effect of peroxide bleaches on resin enamel bonds. *Quintessence Int* 1992; 23: 769-71.
10. 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* 1999; 82: 595-9.
11. Souza-Gabriel AE, Vitussi LO, Milani C, Alfredo E, Messias DC, Silva-Sousa YT. Effect of bleaching protocols with 38% hydrogen peroxide and post bleaching times on dentin bond strength. *Braz Dent J* 2011; 22: 317-21.
12. Borges AB, Rodrigues JR, Borges ALS, Marsilio AL. The influence of bleaching agents on enamel bond strength of a composite resin according to the storage time. *Rev Odontol Unesp* 2007; 36: 77-83.

13. 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* 2005; 46: 1-6.
14. Salome P, Bueno RP, Nascimento PC, Pozzobon RT. Residual oxygen releasing time from dental structure after carbamide peroxide exposure: Study of the effects of a neutralizer gel. *Gen Dent* 2012; 60: 147-50.
15. 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* 2014; 25: 399-403.
16. Lai SC, Tay FR, Cheung GS, Mak YF, Carvalho RM, Wei SH, Toledano M, Osorio R, Pashley DH. Reversal of compromised bonding in bleached enamel. *J Dent Res* 2002; 81: 477-81.
17. Berger SB, De Souza Carreira RP, Guiraldo RD, Lopes MB, Pavan S, Giannini M, Bedran-Russo AK. Can green tea be used to reverse compromised bond strength after bleaching? *Eur J Oral Sci.* 2013; 121: 377-81.
18. Wichi HP. Enhanced tumor development of butylated hydroxyanisol (BHA) from the prospective of effect on fore stomach and oesophageal squamous epithelium. *Food Chem Toxicol* 1988; 26: 717-23.
19. Fathi H, Ebrahimzadeh MA. Antioxidant and free radical scavenging activities of hypericum perforatum L. (St. John's wort). *Int J Forest, Soil and Erosion* 2013; 3: 68-72.
20. Tewari I, Sharma L, Gupta GL. Synergistic antioxidant activity of three medicinal plants hypericum perforatum, bacopa monnieri and camellia sinensis. *Indo Am J Pharm Res* 2014; 4: 2563-8.
21. Kirk EC. Chemical principles involved in tooth discoloration. *Dent Cosmos* 1906; 48: 947-54.
22. Latimer JS. Notes from the discussion of the society of dental surgeons in the city of New York. *Dent Cosmos* 1968; 10: 257-68.
23. Zaragoza VM. Bleaching of vital teeth: Technique. *Esto Modeo* 1984; 9: 7-30.
24. Abbot CH. Bleaching discolored teeth by means of 30% perhydrol and the electric light rays. *J Allied Dent Soc* 1918; 13: 259.
25. Ames JW. Removing stains from mottled enamel. *Jour ADA & D Cos* 1937; 24: 1674-7.
26. Greenwall L. Bleaching techniques in restorative dentistry: An illustrated guide. 1st edition Boca Raton: CRC Press, 2001: 24-31.
27. Nutting EB, Poe GS. Chemical bleaching of discolored endodontically treated teeth. *Dent Clin North Am* 1967: 655-62.

28. Haywood VB. History, safety and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence Int* 1992; 23: 471-88.
29. Haywood VB. Overview and status of mouthguard bleaching. *J Esthet Dent* 1991; 3: 157-61.
30. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int* 1989; 20: 173-6.
31. Briso ALF, Rahal V, Gallinari MO, Soares DG, De Souza Costa CA. Complications from the use of peroxides. In: Perdigão J (ed). *Tooth whitening: An evidence based perspective*. 1st edition. Switzerland: Springer, 2016: 45-79.
32. Patri G, Agnihotri Y, Rao SR, Lakshmi N, Das S. An in vitro spectrophotometric analysis of the penetration of bleaching agent into the pulp chamber of intact and restored teeth. *J Clin Diagn Res* 2013; 7: 3057-9.
33. Abbott P, Leow N. Predictable management of cracked teeth with reversible pulpitis. *Aust Dent J* 2009; 54: 306-15.
34. Briso AL, Lima AP, Gonçalves RS, Gallinari MO, Dos Santos PH. Transenamel and transdental penetration of hydrogen peroxide applied to cracked or microabraded enamel. *Oper Dent* 2014; 39: 166-73.
35. Akal N, Over H, Olmez A, Bodur H. Effects of carbamide peroxide containing bleaching agents on the morphology and subsurface hardness of enamel. *J Clin Pediatr Dent* 2001; 25: 293-6.
36. Bistey T, Nagy IP, Simó A, Hegedus C. In vitro FT-IR study of the effects of hydrogen peroxide on superficial tooth enamel. *J Dent* 2007; 35: 325-30.
37. De Arruda AM, Dos Santos PH, Sundfeld RH, Berger SB, Briso AL. Effect of hydrogen peroxide at 35% on the morphology of enamel and interference in the de-mineralization process: An in situ study. *Oper Dent* 2012; 37: 518-25.
38. Briso AL, Gonçalves RS, Costa FB, Gallinari Mde O, Cintra LT, Santos PH. Demineralization and hydrogen peroxide penetration in teeth with incipient lesions. *Braz Dent J* 2015; 26: 135-40.
39. Leonard RH Jr. Long term treatment results with nightguard vital bleaching. *Compend Contin Educ Dent* 2003; 24: 364-74.
40. Karadaş M, Seven N. Vital dişlerde beyazlatma. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2014; Suppl 9: 126-35.
41. Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching-A critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med* 2003; 14: 292-304.

42. Kwon SR, Wertz PW. Review of the mechanism of tooth whitening. *J Esthet Restor Dent* 2015; 27: 240-57.
43. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. Nonvital tooth bleaching: A review of the literature and clinical procedures. *J Endod* 2008; 34: 394-407.
44. Feinman RA, Madray G, Yarborough D. Chemical, optical and physiologic mechanisms of bleaching products: A review. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1991; 3: 32-6.
45. Fasanaro TS. Bleaching teeth: History, chemicals and methods used for common tooth discolorations. *J Esthet Dent* 1992; 4: 71-8.
46. Goldberg M, Arends J, Jongebloed WL, Schuthof J, Septier D. Action of urea solutions on human enamel surfaces. *Caries Res* 1983; 17: 106-12.
47. Arends J, Jongebloed W, Goldberg M, Schuthof J. Interaction of urea and human enamel. *Caries Res* 1984; 18: 17-24.
48. Matis BA. Degradation of gel in tray whitening. *Compend Contin Educ Dent Suppl* 2000; (28): S28, S31-5; quiz S49.
49. Attin T, Paqué F, Ajam F, Lennon AM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J* 2003; 36: 313-29.
50. Weiger R, Kuhn A, Löst C. In vitro comparison of various types of sodium perborate used for intracoronal bleaching of discolored teeth. *J Endod* 1994; 20: 338-41.
51. Wiegand A, Drebenstedt S, Roos M, Magalhães AC, Attin T. 12 Month color stability of enamel, dentine and enamel-dentine samples after bleaching. *Clin Oral Investig* 2008; 12: 303-10.
52. Lindén LA. Microscopic observations of fluid flow through enamel in vitro. *Odontol Revy* 1968; 19: 349-65.
53. Pashley DH. Dynamics of the pulpo-dentin complex. *Crit Rev Biol Med* 1996; 7: 104-33.
54. Kwon SR, Wertz PW, Li Y, Chan DC. Penetration pattern of rhodamine dyes into enamel and dentin: Confocal laser microscopy observation. *Int J Cosmet Sci* 2012; 34: 97-101.
55. Seghi RR, Denry I. Effects of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel in vitro. *J Dent Res* 1992; 71: 1340-4.
56. Albers H. Lightening natural teeth. *Adept Rep* 1991; 2: 1-24.
57. Bowles WH, Ugwuneri Z. Pulp chamber penetration by hydrogen peroxide following vital bleaching procedures. *J Endod* 1987; 13: 375-7.
58. 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* 1993; 72: 931-8.

59. Gökay O, Müjdeci A, Algin E. Peroxide penetration into the pulp from whitening strips. *J Endod* 2004; 30: 887-9.
60. Palo RM, Valera MC, Camargo SE, Camargo CH, Cardoso PE, Mancini MN, Pameijer CH. Peroxide penetration from the pulp chamber to the external root surface after internal bleaching. *Am J Dent* 2010; 23: 171-4.
61. Rotstein I, Torek Y, Lewinstein I. Effect of bleaching time and temperature on the radicular penetration of hydrogen peroxide. *Endod Dent Traumatol* 1991; 7: 196-8.
62. Camps J, De Franceschi H, Idir F, Roland C, About I. Time course diffusion of hydrogen peroxide through human dentin: Clinical significance for young tooth internal bleaching. *J Endod* 2007; 33: 455-9.
63. Benetti AR, Valera MC, Mancini MN, Miranda CB, Balducci I. In vitro penetration of bleaching agents into the pulp chamber. *Int Endod J* 2004; 37: 120-4.
64. Camargo SE, Valera MC, Camargo CH, Gasparoto Mancini MN, Menezes MM. Penetration of 38% hydrogen peroxide into the pulp chamber in bovine and human teeth submitted to office bleach technique. *J Endod* 2007; 33: 1074-7.
65. Camps J, Pommel L, Aubut V, About I. Influence of acid etching on hydrogen peroxide diffusion through human dentin. *Am J Dent* 2010; 23: 168-70.
66. Palo RM, Bonetti-Filho I, Valera MC, Camargo CH, Camargo S, Moura-Netto C, Pameijer C. Quantification of peroxide ion passage in dentin, enamel and cementum after internal bleaching with hydrogen peroxide. *Oper Dent* 2012; 37: 660-4.
67. Camargo SE, Cardoso PE, Valera MC, De Araújo MA, Kojima AN. Penetration of 35% hydrogen peroxide into the pulp chamber in bovine teeth after LED or Nd: YAG laser activation. *Eur J Esthet Dent* 2009; 4: 82-8.
68. Kwon SR. Introduction to tooth whitening. In: Perdigão J (ed). *Tooth whitening: An evidence based perspective*. 1st edition. Switzerland: Springer, 2016: 3-19.
69. Dutra A, Frary J, Wise R. Higher order needs drive new growth in mature consumer markets. *J Bus Strategy* 2004; 25:26-34.
70. Kwon SR, Li Y. Ensure the success of tooth whitening: How to effectively monitor color change during the bleaching process. *Dimen Dent Hyg* 2013; 11: 52-5.
71. Koruk Ceyhan D, Kırzioğlu Z. Çocuklar ve gençlerde diş beyazlatma işlemlerine yaklaşım - Derleme. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2010; Suppl 3; 44-53.
72. Cohen SC. Human pulpal response to bleaching procedures on vital teeth. *J Endod* 1979; 5: 134-8.

73. Sagel PA, Odioso LL, McMillan DA, Gerlach RW. Vital tooth whitening with a novel hydrogen peroxide strip system: Design, kinetics and clinical response. *Compend Contin Educ Dent Suppl* 2000; (29): S10-5; quiz S42.
74. Kwon YH, Huo MS, Kim KH, Kim SK, Kim YJ. Effects of hydrogen peroxide on the light reflectance and morphology of bovine enamel. *J Oral Rehabil* 2002; 29: 473-7.
75. Sulieman AM. An overview of tooth bleaching techniques: Chemistry, safety and efficacy. *Periodontol* 2000 2008; 48: 148-69.
76. Heymann HO. Additional conservative esthetic procedures. In: Heymann HO, Swift EJ, Ritter AV (eds). *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. 6th edition St. Louis: Mosby, 2013: 296-338.
77. Howell RA. Bleaching discoloured root filled teeth. *Br Dent J* 1980; 148: 159-62.
78. Carrasco LD, Guerisoli DM, Rocha MJ, Pécora JD, Fröner IC. Efficacy of intracoronal bleaching techniques with different light activation sources. *Int Endod J* 2007; 40: 204-8.
79. Zimmerli B, Jeger F, Lussi A. Bleaching of nonvital teeth. A clinically relevant literature review. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2010; 120: 306-13.
80. De Oliveira LD, Carvalho CA, Hilgert E, Bondioli IR, De Araújo MA, Valera MC. Sealing evaluation of the cervical base in intracoronal bleaching. *Dent Traumatol* 2003; 19: 309-13.
81. Lim MY, Lum SO, Poh RS, Lee GP, Lim KC. An in vitro comparison of the bleaching efficacy of 35% carbamide peroxide with established intracoronal bleaching agents. *Int Endod J* 2004; 37: 483-8.
82. Vachon C, Vanek P, Friedman S. Internal bleaching with 10% carbamide peroxide in vitro. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1998; 10: 1145-8, 1150, 1152 passim.
83. Nathoo SA. The chemistry and mechanisms of extrinsic and intrinsic discoloration. *J Am Dent Assoc* 1997; 128 Suppl: 6S-10S.
84. Tam L. Clinical trial of three 10% carbamide peroxide bleaching products. *J Can Dent Assoc* 1999; 65: 201-5.
85. Schulte JR, Morrisette DB, Gasior EJ, Czajewski MV. The effects of bleaching application time on the dental pulp. *J Am Dent Assoc* 1994; 125: 1330-5.
86. Gonçalves RS, Costa CA, Soares DG, Dos Santos PH, Cintra L, Briso AL. Effect of different light sources and enamel preconditioning on color change, H₂O₂ penetration and cytotoxicity in bleached teeth. *Oper Dent* 2016; 41: 83-92.

87. Almeida LC, Riehl H, Santos PH, Sundfeld ML, Briso AL. Clinical evaluation of the effectiveness of different bleaching therapies in vital teeth. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2012; 32: 303-9.
88. Powell LV, Bales DJ. Tooth bleaching: Its effect on oral tissues. *J Am Dent Assoc* 1991; 122: 50-4.
89. Haywood VB, Leonard RH, Dickinson GL. Efficacy of six months of nightguard vital bleaching of tetracycline stained teeth. *J Esthet Dent* 1997; 9: 13-9.
90. Da Costa Filho LC, Da Costa CC, Sória ML, Taga R. Effect of home bleaching and smoking on marginal gingival epithelium proliferation: A histologic study in women. *J Oral Pathol Med* 2002; 31: 473-80.
91. Hayacibara MF, Ambrosano GM, Cury JA. Simultaneous release of fluoride and aluminum from dental materials in various immersion media. *Oper Dent* 2004; 29: 16-22.
92. Cavalli V, Arrais CA, Giannini M, Ambrosano GM. High concentrated carbamide peroxide bleaching agents effects on enamel surface. *J Oral Rehabil* 2004; 31: 155-9.
93. Sasaki RT, Arcanjo AJ, Flório FM, Basting RT. Micromorphology and microhardness of enamel after treatment with home-use bleaching agents containing 10% carbamide peroxide and 7.5% hydrogen peroxide. *J Appl Oral Sci* 2009; 17: 611-6.
94. Mourouzis P, Koulaouzidou EA, Helvatjoglu-Antoniades M. Effect of in-office bleaching agents on physical properties of dental composite resins. *Quintessence Int* 2013; 44: 295-302.
95. AlQahtani MQ. The effect of a 10% carbamide peroxide bleaching agent on the microhardness of four types of direct resin based restorative materials. *Oper Dent* 2013; 38: 316-23.
96. Soares DG, Ribeiro AP, Sacono NT, Loguércio AD, Hebling J, Costa CA. Mineral loss and morphological changes in dental enamel induced by a 16% carbamide peroxide bleaching gel. *Braz Dent J* 2013; 24: 517-21.
97. Torabi K, Rasaeipour S, Ghodsi S, Khaledi AA, Vojdani M. Evaluation of the effect of a home bleaching agent on surface characteristics of indirect esthetic restorative materials-Part II: Microhardness. *J Contemp Dent Pract* 2014; 15: 438-43.
98. Spalding M, Taveira LA, De Assis GF. Scanning electron microscopy study of dental enamel surface exposed to 35% hydrogen peroxide: Alone, with saliva and with 10% carbamide peroxide. *J Esthet Dent* 2003; 15: 154-64; discussion 165.
99. Faraoni-Romano JJ, Da Silveira AG, Turssi CP, Serra MC. Bleaching agents with varying concentrations of carbamide and/or hydrogen peroxides: Effect on dental microhardness and roughness. *J Esthet Restor Dent* 2008; 20: 395-402; discussion 403-4.

100. Forner L, Salmerón-Sánchez M, Palomares M, Llena C, Amengual J. The use of atomic force microscopy in determining the stiffness and adhesion force of human dentin after exposure to bleaching agents. *J Endod* 2009; 35: 1384-6.
101. Da Silva AP, De Oliveira R, Cavalli V, Arrais C, Giannini M, De Carvalho RM. Effect of peroxide based bleaching agents on enamel ultimate tensile strength. *Oper Dent* 2005; 30: 318-24.
102. Rotstein I, Dankner E, Goldman A, Heling I, Stabholz A, Zalkind M. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J Endod* 1996; 22: 23-5.
103. Attin T, Kocabiyik M, Buchalla W, Hannig C, Becker K. Susceptibility of enamel surfaces to demineralization after application of fluoridated carbamide peroxide gels. *Caries Res* 2003; 37: 93-9.
104. 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* 2009; 37: 273-8.
105. Turker SB, Biskin T. Effect of three bleaching agents on the surface properties of three different esthetic restorative materials. *J Prosthet Dent* 2003; 89: 466-73.
106. Türker SB, Biskin T. The effect of bleaching agents on the microhardness of dental aesthetic restorative materials. *J Oral Rehabil* 2002; 29: 657-61.
107. Gurbuz A, Ozkan P, Yilmaz K, Yilmaz B, Durkan R. Effect of at-home whitening strips on the surface roughness and color of a composite and an ormocer restorative material. *J Prosthodont* 2013; 22: 69-73.
108. Ulakapi H, Benderli Y, Ulukapi I. Effect of pre and postoperative bleaching on marginal leakage of amalgam and composite restorations. *Quintessence Int* 2003; 34: 505-8.
109. De A Silva MF, Davies RM, Stewart B, DeVizio W, Tonholo J, Da Silva Júnior JG, Pretty IA. Effect of whitening gels on the surface roughness of restorative materials in situ. *Dent Mater* 2006; 22: 919-24.
110. Canay S, Cehreli MC. The effect of current bleaching agents on the color of light polymerized composites in vitro. *J Prosthet Dent* 2003; 89: 474-8.
111. Hubbezoglu I, Akaoğlu B, Dogan A, Keskin S, Bolayir G, Özçelik S, Dogan OM. Effect of bleaching on color change and refractive index of dental composite resins. *Dent Mater J* 2008; 27: 105-16.
112. Li Q, Yu H, Wang Y. Colour and surface analysis of carbamide peroxide bleaching effects on the dental restorative materials in situ. *J Dent* 2009; 37: 348-56.
113. 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* 2013; 38: E1-8.

114. Yalcin F, Gürgan S. Effect of two different bleaching regimens on the gloss of tooth colored restorative materials. *Dent Mater* 2005; 21: 464-8.
115. Bueno RP, Salomone P, Villetti MA, Pozzobon RT. Effect of bleaching agents on the fluorescence of composite resins. *Eur J Esthet Dent* 2013; 8: 582-91.
116. Owens BM, Rowland CC, Brown DM, Covington JS 3rd. Postoperative dental bleaching: Effect of microleakage on Class V tooth colored restorative materials. *J Tenn Dent Assoc* 1998; 78: 36-40.
117. 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* 2005; 19: 23-9.
118. Briso AL, Toseo RM, Rahal V, Dos Santos PH, Ambrosano GM. Effect of sodium ascorbate on tag formation in bleached enamel. *J Adhes Dent* 2012; 14: 19-23.
119. Aksakalli S, Ileri Z, Karacam N. Effect of pine bark extract on bond strength of brackets bonded to bleached human tooth enamel. *Acta Odontol Scand* 2013; 71: 1555-9.
120. Schwertner RCA, Leoncio JSY, Schwertner A, Guiraldo RD, Lopes MB, De Carvalho HC, Gonini-Júnior A, Berger SB. The effect of green tea on the shear strength of brackets after home whitening treatment. *Appl Adhes Sci* 2016; 4: 12.
121. Titley KC, Torneck CD, Smith DC, Chernecky R, Adibfar A. Scanning electron microscopy observations on the penetration and structure of resin tags in bleached and unbleached bovine enamel. *J Endod* 1991; 17: 72-5.
122. Bittencourt ME, Trentin MS, Linden MS, De Oliveira Lima Arsati YB, França FM, Flório FM, Basting RT. Influence of in situ postbleaching times on shear bond strength of resin based composite restorations. *J Am Dent Assoc* 2010; 141: 300-6.
123. Khoroushi M, Feiz A, Khodamoradi R. Fracture resistance of endodontically treated teeth: Effect of combination bleaching and an antioxidant. *Oper Dent* 2010; 35: 530-7.
124. Trindade TF, Moura LK, Raucci W Neto, Messias DC, Colucci V. Bonding effectiveness of universal adhesive to intracoronal bleached dentin treated with sodium ascorbate. *Braz Dent J* 2016; 27: 303-8.
125. Park JY, Kwon TY, Kim YK. Effective application duration of sodium ascorbate antioxidant in reducing microleakage of bonded composite restoration in intracoronaally bleached teeth. *Restor Dent Endod* 2013; 38: 43-7.
126. Morris MD, Lee KW, Agee KA, Bouillaguet S, Pashley DH. Effects of sodium hypochlorite and RC-prep on bond strengths of resin cement to endodontic surfaces. *J Endod* 2001; 27: 753-7.

127. Vongphan N, Senawongse P, Somsiri W, Harnirattisai C. Effects of sodium ascorbate on microtensile bond strength of total etching adhesive system to NaOCl treated dentine. *J Dent* 2005; 33: 689-95.
128. Schifferle RE. Nutrition and periodontal disease. *Dent Clin North Am* 2005; 49: 595-610.
129. Bloomer RJ. Decreased blood antioxidant capacity and increased lipid peroxidation in young cigarette smokers compared to nonsmokers: Impact of dietary intake. *Nutr J* 2007; 6: 39.
130. Shivana V, Gupta S. Antioxidants: Stress busters in dentistry-A review. *Jdpr* 2013; 1: 9-19.
131. Pham-Huy LA, He H, Pham-Huy C. Free radicals, antioxidants in disease and health. *Int J Biomed Sci* 2008; 4: 89-96.
132. Koca N, Karadeniz F. Serbest radikal oluşum mekanizmaları ve antioksidan savunma sistemleri. *Gıda Mühendisliği Derg* 2003;16: 32-7.
133. Büyüksulu N, Yiğitbaşı T. Reaktif oksijen türleri ve obezitede oksidatif stres. *Müşbed* 2015; 5: 197-203.
134. Elliott JG. Application of antioxidant vitamins in foods and beverages. *Food Technol* 1999; 53: 46-8.
135. Shetti A, Keluskar V, Aggarwal A. Antioxidants: Enhancing oral and general health. *J Indian Acad Oral Med Radiol* 2009; 21: 1-6.
136. Patel S, Hans MK, Chander S, Ahluwalia AS. Antioxidants in Endodontics: A Strategic Review. *J Clin Diagn Res* 2015; 9: ZE12-5.
137. Lobo V, Patil A, Phatak A, Chandra N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacogn Rev* 2010; 4: 118-26.
138. Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MT, Mazur M, Telser J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int J Biochem Cell Biol* 2007; 39: 44-84.
139. Kancheva VD. Phenolic antioxidants radical scavenging and chain breaking activity: A comparative study. *Eur J Lipid Sci Technol* 2009; 111: 1072-89.
140. Pokorný J. Are natural antioxidants better and safer than synthetic antioxidants? *Eur J Lipid Sci Technol* 2007; 109: 629-42.
141. Darmany AP, Gregory DD, Guo Y, Jenks WS, Burel L, Eloy D, Jardon P. Quenching of singlet oxygen by oxygen and sulfur centered radicals: Evidence for energy transfer to peroxy radicals in solution. *J Am Chem Soc* 1998; 120: 396-403.

142. Heim KE, Tagliaferro AR, Bobilya DJ. Flavonoid antioxidants: Chemistry, metabolism and structure activity relationships. *J Nutr Biochem* 2002; 13: 572-84.
143. Min D, Boff J. Chemistry and reaction of singlet oxygen in foods. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 2002; 1: 58-72.
144. Nagarajappa AK, Divya P, Ravi K. Role of free radicals and common antioxidants in oral health, An update. *Br J Med Med Res* 2015; 9: 1-12.
145. Perchyonok VT, Grobler SR. Tooth bleaching: Mechanism, biological aspects and antioxidants. *Int J Dent Oral Health* 2015; 1: 1-7.
146. Mufeed A, Reshma VJ, Bharadwaj P, Kaushik PC. Role of antioxidants in dentistry. *J Dent Panacea* 2014; 1: 62-7.
147. Aksakalli S. Antioxidants in dentistry: Review of literature. *Dentistry*. 2013; 4: 1.
148. Dahiya P, Kamal R, Gupta R, Bhardwaj R, Chaudhary K, Kaur S. Reactive oxygen species in periodontitis. *J Indian Soc Periodontol* 2013; 17: 411-6.
149. Nakamoto T, McCroskey M, Mallek HM. The role of ascorbic acid deficiency in human gingivitis-A new hypothesis. *J Theor Biol* 1984; 108: 163-71.
150. Maxwell SR. Prospects for the use of antioxidant therapies. *Drugs* 1995; 49: 345-61.
151. Tulunoglu O, Demirtas S, Tulunoglu I. Total antioxidant levels of saliva in children related to caries, age and gender. *Int J Paediatr Dent* 2006; 16: 186-91.
152. Uysal T, Gorgulu S, Yagci A, Karslioglu Y, Gunhan O, Sagdic D. Effect of resveratrol on bone formation in the expanded interpremaxillary suture: Early bone changes. *Orthod Craniofac Res* 2011; 14: 80-7.
153. Tamimi RM, Lagiou P, Adami HO, Trichopoulos D. Prospects for chemoprevention of cancer. *J Intern Med* 2002; 251: 286-300.
154. Swapna LA, Pradeep K, Reddy P, Deepak K, Goyal S. Antioxidants and their implication in oral health and general health. *Int J Case Rep Imag* 2014; 5: 258-63.
155. Xavier ACC, Gomes APM, Da Silva EG, De Souza e Assis LN, Pagani C. Effect of sodium ascorbate on composite resin bond strength to bleached teeth. *Rev Odonto Cienc* 2014; 29: 110-3.
156. Alzamora SM, Tapia MS, Chanes JW. New strategies for minimally processed foods. The role of multitarget preservation. *Food Sci Technol Int* 1998; 4: 353-61.
157. Wei A, Shibamoto T. Antioxidant activities and volatile constituents of various essential oils. *J Agric Food Chem* 2007; 55: 1737-42.

158. Pinelo M, Manzocco L, Nuñez MJ, Nicoli MC. Interaction among phenols in food fortification: Negative synergism on antioxidant capacity. *J Agric Food Chem* 2004; 52: 1177-80.
159. Cirico TL, Omaye ST. Additive or synergetic effects of phenolic compounds on human low density lipoprotein oxidation. *Food Chem Toxicol* 2006; 44: 510-6.
160. Wei QY, Zhou B, Cai YJ, Yang L, Liu ZL. Synergistic effect of green tea polyphenols with trolox on free radical induced oxidative DNA damage. *Food Chem* 2006; 96: 90-5.
161. Lal AA, Murthy PB, Pillai KS. Screening of hepatoprotective effect of a herbal mixture against CCl₄ induced hepatotoxicity in Swiss albino mice. *J Environ Biol* 2007; 28: 201-7.
162. Almajano MP, Delgado ME, Gordon MH. Albumin causes a synergistic increase in the antioxidant activity of green tea catechins in oil in water emulsions. *Food Chem* 2007; 102: 1375-82.
163. Hajimehdipoor H, Shahrestani R, Shekarchi M. Investigating the synergistic antioxidant effects of some flavonoid and phenolic compounds. *Res J Pharmacognosy* 2014; 1: 35-40.
164. Malayoğlu HB. Biberiyenin (*rosmarinus officinalis*) antioksidan etkisi. *Hay Üret* 2010; 51: 59-67.
165. Sonam KS, Guleria S. Synergistic antioxidant activity of natural products. *Ann Pharmacol Pharm* 2017; 2: 1-6.
166. Schmidt B, Ribnicky DM, Poulev A, Logendra S, Cefalu WT, Raskin I. A natural history of botanical therapeutics. *Metabolism* 2008; 57: S3-9.
167. Sharafeddin F, Motamedi M, Modiri S. Effect of immediate application of pomegranate peel, grape seed and green tea extracts on composite shear bond strength of in-office bleached enamel. *Res J Biol Sci* 2013; 8: 83-7.
168. Sharafeddin F, Farshad F, Azarian B, Afshari A. Effect of green tea extract as antioxidant on shear bond strength of resin composite to in-office and home-bleached enamel. *J Dent Biomater* 2016; 3: 269-75.
169. Fibigr J, Satínský D, Solich P. Current trends in the analysis and quality control of food supplements based on plant extracts. *Anal Chim Acta*. 2018; 1036: 1-15.
170. Booker A, Agapouda A, Frommenwiler DA, Scotti F, Reich E, Heinrich M. St John's wort (*hypericum perforatum*) products—An assessment of their authenticity and quality. *Phytomedicine* 2018; 40: 158-64.
171. Sharafeddin F, 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* 2015; 16: 296-301.

172. Narotzki B, Reznick AZ, Aizenbud D, Levy Y. Green tea: A promising natural product in oral health. *Arch Oral Biol* 2012; 57: 429-35.
173. Magalhães AC, Wiegand A, Rios D, Hannas A, Attin T, Buzalaf MA. Chlorhexidine and green tea extract reduce dentin erosion and abrasion in situ. *J Dent* 2009; 37: 994-8.
174. Santiago SL, Osorio R, Neri JR, Carvalho RM, Toledano M. Effect of the flavonoid epigallocatechin-3-gallate on resin dentin bond strength. *J Adhes Dent.* 2013; 15: 535-40.
175. Ziotti IR, Palma-Dibb RG, Corona SAM, Souza-Gabriel AE. Viability of using natural extracts in dental restorative treatment. *Eur J Pharm Med Res* 2016; 3: 53-61.
176. Richeimer SL, Bernart MW, King GA, Kent MC, Beiley DT. Antioxidant activity of lipid soluble phenolic diterpenes from rosemary. *J Am Oil Chem Soc* 1996; 73: 507-14.
177. Bozin B, Mimica-Dukic N, Samojlik I, Jovin E. Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*rosmarinus officinalis* and *salvia officinalis*, lamiaceae) essential oils. *J Agric Food Chem* 2007; 55: 7879-85.
178. Gachkar L, Yadegari D, Rezaei MB, Taghizadeh M, Astaneh SA, Rasooli I. Chemical and biological characteristics of *cuminum cyminum* and *rosmarinus officinalis* essential oils. *Food Chem* 2007; 102: 898-904.
179. Perdigião J, Swift EJ, Walter R. Fundamental concepts of enamel and dentin adhesion. In: Heymann HO, Swift EJ, Ritter AV (eds). *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. 6th edition St. Louis: Mosby, 2013: 114-40.
180. Akinmade AO, Nicholson JW. Glass-ionomer cements as adhesives. *J Mater Sci Mater Med* 1993; 4: 95-101.
181. Söderholm KJ. Correlation of in vivo and in vitro performance of adhesive restorative materials: A report of the ASC MD156 task group on test methods for the adhesion of restorative materials. *Dent Mater* 1991; 7: 74-83.
182. Rueggeberg FA. Substrate for adhesion testing to tooth structure. Review of the literature. *Dent Mater* 1991; 7: 2-10.
183. Boushell LW, Sturdevant JR. Clinical significance of dental anatomy, histology, physiology and occlusion. In: Heymann HO, Swift EJ, Ritter AV (eds). *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. 6th edition St. Louis: Mosby, 2013: 1-40.
184. Asmussen E, Munksgaard EC. Bonding of restorative resins to dentine: Status of dentine adhesives and impact on cavity design and filling techniques. *Int Dent J* 1988; 38: 97-104.
185. Buonocore MG, Matsui A, Gwinnett AJ. Penetration of resin dental materials into enamel surfaces with reference to bonding. *Arch Oral Biol* 1968; 13: 61-70.

186. Barkmeier WW, Shaffer SE, Gwinnett AJ. Effects of 15 vs 60 second enamel acid conditioning on adhesion and morphology. *Oper Dent* 1986; 11: 111-6.
187. Gwinnett AJ, Matsui A. A study of enamel adhesives. The physical relationship between enamel and adhesive. *Arch Oral Biol* 1967; 12: 1615-20.
188. Gottlieb EW, Retief DH, Jamison HC. An optimal concentration of phosphoric acid as an etching agent. Part I: Tensile bond strength studies. *J Prosthet Dent* 1982; 48: 48-51.
189. Gwinnett AJ, Kanca JA 3rd. Micromorphology of the bonded dentin interface and its relationship to bond strength. *Am J Dent* 1992; 5: 73-7.
190. Soetopo, Beech DR, Hardwick JL. Mechanism of adhesion of polymers to acid etched enamel: Effect of acid concentration and washing on bond strength. *J Oral Rehabil* 1978; 5: 69-80.
191. Garberoglio R, Brännström M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Arch Oral Biol* 1976; 21: 355-62.
192. Marchetti C, Piacentini C, Menghini P. Morphometric computerized analysis on the dentinal tubules and the collagen fibers in the dentine of human permanent teeth. *Bull Group Int Rech Sci Stomatol Odontol* 1992; 35: 125-9.
193. Suzuki T, Finger WJ. Dentin adhesives: Site of dentin vs. bonding of composite resins. *Dent Mater* 1988; 4: 379-83.
194. Rosales-Leal JI, Osorio R, Holgado-Terriza JA, Cabrerizo-Vílchez MA, Toledano M. Dentin wetting by four adhesive systems. *Dent Mater* 2001; 17: 526-32.
195. Sattabanasuk V, Shimada Y, Tagami J. The bond of resin to different dentin surface characteristics. *Oper Dent* 2004; 29: 333-41.
196. Bowen RL, Eick JD, Henderson DA, Anderson DW. Smear layer: Removal and bonding considerations. *Oper Dent Suppl* 1984; 3: 30-4.
197. Ishioka S, Caputo AA. Interaction between the dentinal smear layer and composite bond strength. *J Prosthet Dent* 1989; 61:180-5.
198. Pashley DH, Livingston MJ, Greenhill JD. Regional resistances to fluid flow in human dentine in vitro. *Arch Oral Biol* 1978; 23: 807-10.
199. Barkmeier WW, Suh BI, Cooley RL. Shear bond strength to dentin and Ni-Cr-Be alloy with the All-Bond Universal adhesive system. *J Esthet Dent* 1991; 3: 148-53.
200. Kanca J 3rd. Effect of resin primer solvents and surface wetness on resin composite bond strength to dentin. *Am J Dent* 1992; 5: 213-5.
201. Kanca J 3rd. Resin bonding to wet substrate. 1. Bonding to dentin. *Quintessence Int* 1992; 23: 39-41.

202. Swift EJ Jr, Triolo PT Jr. Bond strengths of Scotchbond Multi-Purpose to moist dentin and enamel. *Am J Dent* 1992; 5: 318-20.
203. Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *J Dent Res.* 1979; 58: 1364-70.
204. Perdigão J, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Tomé ÂR, Vanherle G, Lopes AB. Morphological field emission SEM study of the effect of six phosphoric acid etching agents on human dentin. *Dent Mater* 1996; 12: 262-71.
205. Sakaguchi RL, Powers JM. Materials for adhesion and luting. *Craig's restorative dental materials.* 13th edition Philadelphia, Mosby, 2012: 327-48
206. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges. *Oper Dent* 2003; 28: 215-35.
207. Swift EJ Jr, Perdigao J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art, 1995. *Quintessence Int* 1995; 26: 95-110.
208. Oilo G. Bond strength testing—What does it mean? *Int Dent J* 1993; 43: 492-8.
209. Altay N, Akça T. *İn vitro* bağlantı kuvveti ölçme testlerinin değerlendirilmesi. *Hü Diş Hek Fak Derg* 2002; 26: 32-8.
210. Tanumiharja M, Burrow MF, Tyas MJ. Microtensile bond strengths of seven dentin adhesive systems. *Dent Mater* 2000; 16: 180-7.
211. Tagami J, Nikaido T, Nakajima M, Shimada Y. Relationship between bond strength tests and other *in vitro* phenomena. *Dent Mater* 2010; 26: e94-9.
212. Braga RR, Meira JB, Boaro LC, Xavier TA. Adhesion to tooth structure: A critical review of “macro” test methods. *Dent Mater* 2010; 26: e38-49.
213. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, De Munck J. Relationship between bond strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater* 2010; 26: e100-21.
214. Armstrong S, Geraldeli S, Maia R, Raposo LH, Soares CJ, Yamagawa J. Adhesion to tooth structure: A critical review of “micro” bond strength test methods. *Dent Mater* 2010; 26: e50-62.
215. Versluis A, Tantbirojn D, Douglas W. Why do shear bond tests pull out dentin? *J Dent Res* 1997; 76: 1298-307.
216. International Organization for Standardization. ISO/TS 11405: 2003: Dental materials- Testing of adhesion to tooth structure.

217. Price RB, Hall GC. In vitro comparison of 10-minute versus 24-hour shear bond strengths of six dentin bonding systems. *Quintessence Int* 1999; 30: 122-34.
218. Khoroushi M, Aghelinejad S. Effect of postbleaching application of an antioxidant on enamel bond strength of three different adhesives. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2011; 16: e990-6.
219. Tabatabaei MH, Arami S, Nojournian A, Mirzaei M. Antioxidant effect on the shear bond strength of composite to bleached bovine dentin. *Braz J Oral Sci* 2011; 10: 33-6.
220. Immerz I, Proff P, Roemer P, Reicheneder C, Faltermeier A. An investigation about the influence of bleaching on shear bond strength of orthodontic brackets and on enamel colour. *ISRN Dent* 2012; Article ID: 375849
221. Güler E, Gönüloğlu N, Özyılmaz OY, Yücel AÇ. Effect of sodium ascorbate on the bond strength of silorane and methacrylate composites after vital bleaching. *Braz Oral Res* 2013; 27: 299-304.
222. Lago AD, Garone-Netto N. Microtensile bond strength of enamel after bleaching. *Indian J Dent Res* 2013; 24: 104-9.
223. Yassen GH, Platt JA, Hara AT. Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research: A review of literature. *J Oral Sci* 2011; 53: 273-82.
224. Kaaden C, Powers JM, Friedl KH, Schmalz G. Bond strength of self etching adhesives to dental hard tissues. *Clin Oral Investig* 2002; 6: 155-60.
225. DeWald JP. The use of extracted teeth for in vitro bonding studies: A review of infection control considerations. *Dent Mater* 1997; 13: 74-81.
226. Humel MMC, Oliveira MT, Cavalli V, Giannini M. Effect of storage and disinfection methods of extracted bovine teeth on bond strength to dentin. *Braz J Oral Sci* 2007; 6: 1402-6.
227. Jarahi N, Borouziyat A, Jarahi L, Nejat AH. Effect of different storage solutions and autoclaving on shear bond strength of composite to dentin. *J Res Med Dent Sci* 2018; 6: 50-3.
228. Boruziniyat 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* 2017; 6: 96-102.
229. Kaya AD, Türkün M. Reversal of dentin bonding to bleached teeth. *Oper Dent* 2003; 28: 825-9.

230. Danesh-Sani SA, Esmaili M. Effect of 10% sodium ascorbate hydrogel and delayed bonding on shear bond strength of composite resin and resin modified glass ionomer to bleached enamel. *J Conserv Dent* 2011; 14: 241-6.
231. Basting RT, Rodrigues JA, Serra MC, Pimenta LA. Shear bond strength of enamel treated with seven carbamide peroxide bleaching agents. *J Esthet Restor Dent* 2004; 16: 250-60.
232. Miranda TA, Moura SK, Amorim VH, Terada RS, Pascotto RC. Influence of exposure time to saliva and antioxidant treatment on bond strength to enamel after tooth bleaching: An in situ study. *J Appl Oral Sci* 2013; 21: 567-74.
233. Unlu N, Cobankara FK, Ozer F. Effect of elapsed time following bleaching on the shear bond strength of composite resin to enamel. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2008; 84: 363-8.
234. Polydorou O, Hellwig E, Auschill TM. The effect of different bleaching agents on the surface texture of restorative materials. *Oper Dent* 2006; 31: 473-80.
235. Abraham S, Ghonmode WN, Saujanya KP, Jaju N, Tambe VH, Yawalikar PP. Effect of grape seed extracts on bond strength of bleached enamel using fifth and seventh generation bonding agents. *J Int Oral Health* 2013; 5: 101-7.
236. Kılınc Hİ, Aslan T, Kılıç K, Er Ö, Kurt G. Effect of delayed bonding and antioxidant application on the bond strength to enamel after internal bleaching. *J Prosthodont* 2016; 25: 386-91.
237. 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* 2015; 18: 144-8.
238. Whang HJ, Shin DH. Effects of applying antioxidants on bond strength of bleached bovine dentin. *Restor Dent Endod* 2015; 40: 37-43.
239. Spyrides GM, Perdigao J, Pagani C, Araújo MA, Spyrides SM. Effect of whitening agents on dentin bonding. *J Esthet Dent* 2000; 12: 264-70.
240. Teixeira EC, Hara AT, Turssi CP, Serra MC. Effect of nonvital tooth bleaching on resin/enamel shear bond strength. *J Adhes Dent* 2002; 4: 317-22.
241. Ben-Amar A, Liberman R, Gorfil C, Bernstein Y. Effect of mouthguard bleaching on enamel surface. *Am J Dent* 1995; 8: 29-32.
242. McCracken MS, Haywood VB. Demineralization effects of 10 percent carbamide peroxide. *J Dent* 1996; 24: 395-8.

243. 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* 1996; 23: 244-50.
244. Perdigao J, Francci C, Swift EJ Jr, Ambrose WW, Lopes M. Ultra morphological study of the interaction of dental adhesives with carbamide peroxide bleached enamel. *Am J Dent* 1998; 11: 291-301.
245. Cavalli V, Ries AF, Giannini M, Ambrosano GM. The effect of elapsed time following bleaching on enamel bond strength of resin composite. *Oper Dent* 2001; 26: 597-602.
246. Titley KC, Torneck CD, Ruse ND. The effect of carbamide peroxide gel on the shear bond strength of a microfil resin to bovine enamel. *J Dent Res* 1992; 71: 20-4.
247. Van der Vyver PJ, Lewis SB, Marais JT. The effect of bleaching agent on composite/enamel bonding. *J Dent Assoc S Afr* 1997; 52: 601-3.
248. Zhao H, Li X, Wang J, Qu S, Weng J, Zhang X. Characterization of peroxide ions in hydroxyapatite lattice. *J Biomed Mater Res* 2000; 52: 157-63.
249. Torneck CD, Titley KC, Smith DO, Adibfar A. Effect of water leaching the adhesion of composite resin to bleached and unbleached bovine enamel. *J Endod.* 1991; 17: 156-60.
250. McGuckin RS, Thurmond BA, Osovitz S. Enamel shear bond strengths after vital bleaching. *Am J Dent* 1992; 5: 216-22.
251. Miles PG, Pontier JP, Bahiraei D, Close J. The effect of carbamide peroxide bleach on the tensile bond strength of ceramic brackets: An in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994; 106: 371-5.
252. Mazaheri H, Khoroushi M, Shafiei E, Ghorbanipour R, Majdzade F. Bond strength of composite resin and resin modified glass ionomer to bleached enamel: Delay bonding versus an antioxidant agent. *Indian J Dent Res* 2011; 22: 432-5.
253. Lai SC, Mak YF, Cheung GS, Osorio R, Toledano M, Carvalho RM, Tay FR, Pashley DH. Reversal of compromised bonding to oxidized etched dentin. *J Dent Res* 2001; 80: 1919-24.
254. Nascimento GCR, Guerreiro MYR, Carvalho FF, Força AR, Loretto SC. Does sodium ascorbate improve bond strength after dental bleaching techniques? *Rev Odonto Cienc* 2015; 30: 205-10.
255. Garcia EJ, Mena-Serrano A, De Andrade AM, Reis A, Grande RH, Loguercio AD. Immediate bonding to bleached enamel treated with 10% sodium ascorbate gel: A case report with one year follow up. *Eur J Esthet Dent* 2012; 7: 154-62.

256. Kimyai S, Valizadeh H. Comparison of the effect of hydrogel and a solution of sodium ascorbate on dentin composite bond strength after bleaching. *J Contemp Dent Pract* 2008; 9: 105-12.
257. Lima AF, Fonseca FM, Freitas MS, Palialol AR, Aguiar FH, Marchi GM. Effect of bleaching treatment and reduced application time of an antioxidant on bond strength to bleached enamel and subjacent dentin. *J Adhes Dent* 2011; 13: 537-42
258. Kimyai S, Valizadeh H. The effect of hydrogel and solution of sodium ascorbate on bond strength in bleached enamel. *Oper Dent* 2006; 31: 496-9.
259. 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* 2011; 14: 356-60.
260. 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* 2013; 16: 111-5
261. Türkün M, Celik EU, Kaya AD, Arici M. Can the hydrogel form of sodium ascorbate be used to reverse compromised bond strength after bleaching? *J Adhes Dent* 2009; 11: 35-40
262. Bulut H, Kaya AD, Turkun M. Tensile bond strength of brackets after antioxidant treatment on bleached teeth. *Eur J Orthod* 2005; 27: 466-71.
263. Briso AL, Rahal V, Sundfeld RH, Dos Santos PH, Alexandre RS. Effect of sodium ascorbate on dentin bonding after two bleaching techniques. *Oper Dent* 2014; 39: 195-203.
264. Yoon M, Burrow MF, Wong R, Parashos P. Effect of sodium ascorbate on resin bonding to sodium perborate bleached dentin. *Oper Dent* 2014; 39: 98-106.
265. Acar Ö, Tuncer D, Halaçoğlu DM, Fırat B. Beyazlatma sonrasında antioksidan uygulamasının minenin bağlanma kuvvetine etkisi. *Selcuk Dent J* 2016; 3: 8-14.
266. May LG, Salvia AC, Souza RO, Michida SM, Valera MC, Takahashi FE, Bottino MA. Effect of sodium ascorbate and the time lapse before cementation after internal bleaching on bond strength between dentin and ceramic. *J Prosthodont* 2010; 19: 374-80.
267. Boruziniat A, Atoufi A, Chehrelı Z, Akbari M, Gifani M. Effect of nonvital bleaching on the durability of resin dentin bond with an ethanol based etch and rinse adhesive. *Biomimetics (Basel)* 2018; 3: 35.
268. 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* 2011; 142: 836-41.

269. Cortez TV, Ziotti IR, Scatolin RS, Milori Corona SA, Souza-Gabriel AE. Protocols for sodium ascorbate application on intracoronary dentin bleached with high concentrated agent. *J Conserv Dent* 2018; 21: 26-31
270. Freires IA, Rosalen PL. How natural product research has contributed to oral care product development? A critical view. *Pharm Res* 2016; 33: 1311-7.
271. 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)* 2016; 13: 244-51
272. Horžić D, Komes D, Belščak A, Ganić KK, Iveković D, Karlović D. The composition of polyphenols and methylxanthines in teas and herbal infusions. *Food Chem* 2009; 115: 441-8.
273. Chan EW, Soh EY, Tie PP, Law YP. Antioxidant and antibacterial properties of green, black and herbal teas of *camellia sinensis*. *Pharmacognosy Res* 2011; 3: 266-72
274. Maruyama T, Tomofuji T, Endo Y, Irie K, Azuma T, Ekuni D, Tamaki N, Yamamoto T, Morita M. Supplementation of green tea catechins in dentifrices suppresses gingival oxidative stress and periodontal inflammation. *Arch Oral Biol* 2011; 56: 48-53.
275. Bornhoeft J, Castaneda D, Nemoseck T, Wang P, Henning SM, Hong MY. The protective effects of green tea polyphenols: Lipid profile, inflammation and antioxidant capacity in rats fed an atherogenic diet and dextran sodium sulfate. *J Med Food* 2012; 15: 726-32.
276. Van Nederkassel AM, Daszykowski M, Massart DL, Vander Heyden Y. Prediction of total green tea antioxidant capacity from chromatograms by multivariate modeling. *J Chromatogr A* 2005; 1096: 177-86.
277. Rice-evans CA, Miller NJ, Bolwell PG, Bramley PM, Pridham JB. The relative antioxidant activities of plant derived polyphenolic flavonoids. *Free Radic Res* 1995; 22: 375-83.
278. Pires MA, Munekata PES, Villanueva NDM, Tonin FG, Baldin JC, Rocha YJP, Carvalho LT, Rodrigues I, Trindade MA. The antioxidant capacity of rosemary and green tea extracts to replace the carcinogenic antioxidant (BHA) in chicken burgers. *J Food Qual* 2017; Article ID 2409527.
279. Prasansuttiporn T, Nakajima M, Kunawarote S, Foxton RM, Tagami J. Effect of reducing agents on bond strength to NaOCl-treated dentin. *Dent Mater* 2011; 27: 229-34.

280. Khoroushi M, Mazaheri H, Tarighi P, Samimi P, Khalighinejad N. Effect of antioxidants on push out bond strength of hydrogen peroxide treated glass fiber posts bonded with two types of resin cement. *Restor Dent Endod* 2014; 39: 303-9.
281. Khoroushi M, Kachuei M. Pull-out bond strength of a self adhesive resin cement to NaOCl treated root dentin: Effect of antioxidizing agents. *Restor Dent Endod* 2014; 39: 95-103.
282. Rababah TM, Hettiarachchy NS, Horax R. Total phenolics and antioxidant activities of fenugreek, green tea, black tea, grape seed, ginger, rosemary, gotu kola and ginkgo extracts, vitamin E and tert-butylhydroquinone. *J Agric Food Chem* 2004; 52: 5183-6.
283. Nissen LR, Månsson L, Bertelsen G, Huynh-Ba T, Skibsted LH. Protection of dehydrated chicken meat by natural antioxidants as evaluated by electron spin resonance spectrometry. *J Agric Food Chem* 2000; 48: 5548-56.
284. Irwandi J, Che Man YB, Kitts DD, Bakar J, Jinap S. Synergies between plant antioxidant blends in preventing peroxidation reactions in model and food oil systems. *J Am Oil Chem Soc* 2000; 77: 945-50
285. El-Beltagi HS, Wael ED, Yousef RS. Synergistic antioxidant scavenging activities of grape seed and green tea extracts against oxidative stress. *Not Bot Horti Agrobo* 2016; 44: 367-74.
286. Mohamed HMA. Antioxidant synergy effect of rosemary aqueous extract and green tea flavanol-rich concentrate for superior protection of buffalo meatloaves. *Seria Zootehnie* 2011; 56: 242-52.
287. Gupta RK, Chawla P, Tripathi M, Shukla AK, Pandey A. Synergistic antioxidant activity of tea with ginger, black pepper and tulsi. *Int J Pharm Pharm Sci* 2014; 6: 477-79.
288. Jain DP, Pancholi SS, Patel R. Synergistic antioxidant activity of green tea with some herbs. *J Adv Pharm Technol Res* 2011; 2: 177-83.



T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOORDİNASYON BİRİMİ
DOKTORA/UZMANLIK TEZ PROJESİ 1 PROJE BİLGİ FİŞİ

Proje Bilgi Fişi

Proje No ve Türü	DHF-17003/Tez Projesi	Proje Durumu	Proje kabul edildi, başladı veya sürüyor		
Kurumu	DIŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ	Süresi(Ay)	36		
Proje Tutarı	14.996,30 TL	Başlama Tarihi	10-03-2017		
Proje Yürütücüsü	Dr.Öğr.Üyesi Nasibe Aycan YILMAZ	Bitiş Tarihi	10-03-2020		
Yrd.Araştırmacılar	Arş.Gör. Süveybe OZAN (%50)	Proje Konusu			
		Ağartılmış Diş Yüzeylerine Uygulanan Deneysel Antioksidan Tedavilerinin Makaslama Bağlanma Dayanımına Etkilerinin in vitro Değerlendirilmesi			
Hakemler ve Görüşleri		Tamamlanma Tarihi	10-03-2020		
Proje Oluşturma Tarihi	27-01-2017 09:08:10				
Verilen Ek Süre(Ay)	0	Verilen Ek Ödenek	0,00 TL		
Ara Rapor Tarihleri	Harcama Kalemi	Toplam Ödenek	Toplam Harcama	Kalan Ödenek	
Kesin Sonuç Rapor 10-03-2017 10-03-2020 Teslim Edilmedi	03.7 Makine Teçhizat	4.081,62	4.081,62	0,00	
	06.1 Makine Teçhizat	0,00	0,00	0,00	
	03.2 Sarf Malzeme	10.914,68	10.914,68	0,00	
	03.5 Hizmet	0,00	0,00	0,00	
	03.3 Yolculuk Yevmiye	0,00	0,00	0,00	
	Diger				
	Toplam		14.996,30 TL	14.996,30 TL	0,00 TL

ÖZGEÇMİŞ

Soyadı, Adı : OZAN, Süveybe
Uyruk : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Konak-İZMİR 08.05.1990
E-mail : suveybe-ozan@hotmail.com
Yabancı Dil : İngilizce

EĞİTİM

Derece : **Kurum :** **Mezuniyet tarihi :**

Lisans Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği
Fakültesi 2014

BURSLAR ve ÖDÜLLER:

İŞ DENEYİMİ

Yıl : **Yer/Kurum :** **Ünvan :**

2015-2019 Adnan Menderes Üniversitesi Diş
Hekimliği Fakültesi Araş. Gör.