



T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**VİTAL AĞARTMA SONRASI YÜZEY ÖRTÜCÜLERİN  
KULLANILDIĞI KOMPOZİT DOLGULARDAKİ KENAR  
UYUMUNUN IN VITRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

**MEHMET GÜVENÇ  
UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN  
PROF. DR. R. BANU ERMİŞ**

**Bu tez Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi  
tarafından 4546-DU1-16 proje numarası ile desteklenmiştir.**

**ISPARTA-2016**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı'na;

Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Uzmanlık Eğitimi çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

Adı soyadı: Mehmet GÜVENÇ

Uzmanlık tez savunma tarihi: 01.11.2016

Tezin adı: Vital Ağartma Sonrası Yüzey Örtücülerin Kullanıldığı Kompozit Dolgulardaki Kenar Uyumunun In Vitro Olarak İncelenmesi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. R. Banu ERMİŞ Süleyman Demirel Üniversitesi

Üye: Doç. Dr. Batu Can YAMAN Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Üye: Yrd. Doç. Dr. Özge KAM HEPDENİZ Süleyman Demirel Üniversitesi

Bu uzmanlık tezi, fakülte yönetim kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve fakülte yönetim kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Timuçin BAYKUL

Dekan

## BEYAN

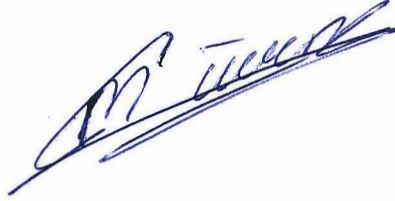
Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmayla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları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

‘VİTAL AĞARTMA SONRASI YÜZEY ÖRTÜCÜLERİN KULLANILDIĞI KOMPOZİT DOLGULARDAKİ KENAR UYUMUNUN IN VITRO OLARAK İNCELENMESİ adlı Uzmanlık tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Tez Yazım Klavuzu’na uygun olarak hazırlanmıştır.

### Tezi Hazırlayan

Mehmet GÜVENÇ

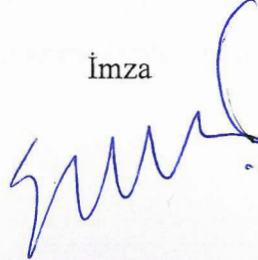
İmza



### Danışman

Prof.Dr. R. Banu ERMİŞ

İmza



## ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince bana her konuda destek olan, kendisinden her alanda çok şey öğrenip örnek aldığım, çok değerli tez danışmanım ve hocam Prof.Dr. R. Banu Ermiş'e,

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmamın her aşamasında bana desteğini esirgemeyen, samimiyet ve içtenliğiyle hep yanımda hissettiğim, hayata bakış açısı ve enerjisi ile bana rehber olan sevgili hocam Yrd.Doç.Dr. U. Burak Temel'e

Uzmanlık eğitimimde mesleki bilgi ve beceri kazanmamda emeği geçen, tez çalışmamda yardımlarını benden esirgemeyen değerli hocam Yrd.Doç.Dr. Özge Kam Hepdeniz'e,

Değerli hocam Yrd. Doç Dr. Günseli Katırcı'ya,

Tüm zorlukları göğüsleyerek birlikte üstesinden geldiğim, her an yanımda olarak bana destek olan ve enerjimi yükselten, mutluluk kaynağım, çok sevgili eşim Dt Kübra Karakoç Güvenç'e,

Öğrencilik ve uzmanlık eğitimim sırasında maddi ve manevi desteği ile her zaman yanımda olan aileme ve çok kıymetli dostlarıma,

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmalarım sırasında her türlü desteklerini benden esirgemeyen çok değerli araştırma görevlisi arkadaşlarım Dt. Muhittin Uğurlu, Dt. Özlem Seçkin, Dt. Mustafa Kayacan, Dt. Kutay Karaca ve Dt. Almila Öğüt'e

Tez çalışmalarım sırasındaki yardım ve desteklerinden dolayı Gül Nihal Şahin, Hakkı Kanra, Havva Çiftçi, Ayten Duran ve Azize Gencer'e,

Laboratuvar çalışmalarımındaki katkılarından dolayı Salih Akyürekli'ye ve Murat Koç'a,

4546-DU1-16 no'lu doktora projesini destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne,

Sevgi, saygılarımı sunarak tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

Mehmet GÜVENÇ

## İÇİNDEKİLER

<b>İÇ KAPAK</b> .....	i
<b>KABUL VE ONAY SAYFASI</b> .....	ii
<b>BEYAN</b> .....	iii
<b>ÖNSÖZ</b> .....	iv
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	v
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b> .....	viii
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	ix
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	x
<b>RESİMLER DİZİNİ</b> .....	xi
<b>GRAFİKLER LİSTESİ</b> .....	xii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	3
2.1. Diş Hekimliğinde Ağartma Tedavisi .....	3
2.1.1. Ağartmanın Tarihçesi .....	3
2.2. Dişlerde Görülen Renklenmeler .....	4
2.2.1. Dış Kökenli Renklenmeler .....	5
2.2.1.1. Direkt Renklenme .....	5
2.2.1.2. İndirekt Renklenme .....	6
2.2.2. İç Kökenli Renklenmeler .....	6
2.2.2.1. Metabolik Hastalıkların Sebep Olduğu Renklenmeler .....	7
2.2.2.2. Kalıtsal Hastalıkların Sebep Olduğu Renklenmeler .....	7
2.2.2.3. İatrojenik Etkenlerin Sebep Olduğu Renklenmeler .....	8
2.2.2.4. Travma Sebepi ile Oluşan Renklenmeler .....	10

2.2.2.5. İdiopatik Sebeplerle Oluşan Renklenmeler .....	10
2.2.2.6. Yaşlanma Nedeniyle Oluşan Renklenmeler .....	11
2.2.3. İnternal Renklenmeler .....	11
2.3. Ağartma Tedavisinde Kullanılan Ajanlar ve İçerikleri .....	12
2.3.1. Hidrojen Peroksit .....	12
2.3.2. Karbamid Peroksit .....	14
2.3.3. Sodyum Perborat .....	15
2.3.4. Sodyum Perkarbonat .....	15
2.3.5. Ağartma Ajanlarındaki İnaktif Materyaller .....	16
2.4. Ağartmayı Etkileyen Faktörler .....	17
2.5. Ağartma Mekanizması .....	18
2.6. Ağartma Yöntemleri .....	19
2.6.1. Vital Dişlerde Ağartma Yöntemleri .....	19
2.6.1.1. Diş Hekimi Kliniğinde Uygulanan Ağartma Yöntemi.....	20
2.6.1.2. Diş Hekimi Kontrolünde Evde Uygulanan Ağartma Yöntemi..	21
2.6.2. Devital Dişlerde Ağartma Yöntemleri.....	23
2.7 Ağartma Tedavisinin Yan Etkileri.....	23
2.7.1 Periodontal Dokular Üzerindeki Etkileri.....	23
2.7.2. Pulpa Üzerine Etkileri.....	24
2.7.3. Diş Sert Dokuları Üzerine Etkileri .....	25
2.7.4. Restoratif Materyaller Üzerine Etkileri .....	27
2.7.5. Adezyona Etkileri .....	28
2.7.6. Ağartma Tedavisinin Toksik Etkileri .....	30

2.8. Yüzey Örtücü Ajanlar .....	31
2.9. Mikrosızıntı Değerlendirme Yöntemleri .....	33
2.9.1. Boya Penetrasyon Yöntemi .....	33
2.9.2. Hava Basıncı Yöntemi .....	34
2.9.3. Radyoizotop Yöntemi .....	34
2.9.4. Nötron Aktivasyon Analizi .....	35
2.9.5. Kimyasal İşaretleyicilerin Kullanımı .....	35
2.9.6. Bakteriyel Yöntem .....	35
2.9.7. Elektrokimyasal Yöntem .....	36
2.10. Kenar Uyumu Değerlendirme Yöntemleri .....	36
2.10.1. Taramalı Elektron Mikroskobu ile Analiz .....	36
2.10.2. Mikrotomografi ile Analiz .....	37
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM .....</b>	<b>38</b>
3.1. Dişlerin Toplanması .....	38
3.2. Materyal Seçimi .....	38
3.3. Ön Çalışma .....	40
3.4. Kavite Preparasyonu .....	42
3.5. Restorasyonların Uygulanması .....	43
3.6. Ağartma Jelinin Uygulanması .....	43
3.7. Çalışma Gruplarının Oluşturulması .....	45
3.8. Kenar Uyumunun Morfolojik Olarak İncelenmesi .....	47
3.8.1. Taramalı Elektron Mikroskobu ile Kalitatif Analiz .....	47
3.8.2. Taramalı Elektron Mikroskobu ile Kantitatif Analiz .....	48
3.9. Mikrosızıntının Değerlendirilmesi.....	49

3.9.1. Örneklerin Hazırlanması .....	49
3.9.2. Stereomikroskop ile Analiz .....	49
3.10. İstatiksel Değerlendirme .....	52
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>52</b>
4.1. Taramalı Elektron Mikroskobu ile Kalitatif Analiz Bulguları .....	53
4.2. Taramalı Elektron Mikroskobu ile Kantitatif Analiz Bulguları .....	53
4.3. Mikrosızıntı Testi Bulguları .....	56
4.3.1. Gözlemci Uyumunun Değerlendirilmesi .....	58
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....</b>	<b>63</b>
5.1. Test Metodolojisinin Değerlendirilmesi .....	64
5.1.1. Çalışmada Kullanılan Dişlerin Seçimi .....	64
5.1.2. Örneklerin Hazırlanması .....	64
5.1.3. Taramalı Elektron Mikroskobu Analizi .....	66
5.1.4. Mikrosızıntı Analizi .....	67
5.2. Taramalı Elektron Mikroskobu Analiz Bulgularının Değerlendirilmesi.	67
5.3. Mikrosızıntı Test Bulgularının Değerlendirilmesi .....	70
5.4. Yüzey Örtücülerin Koruyuculuğunun Değerlendirilmesi .....	73
5.5. Sonuç .....	75
<b>6. ÖZET VE SUMMARY.....</b>	<b>76</b>
<b>7. KAYNAKLAR.....</b>	<b>80</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>90</b>
<b>EK 1. Özgeçmiş.....</b>	<b>90</b>



## SİMGELER VE KISALTMALAR

sn: Saniye

kV: Kilovolt

°C: Santigrad derece

mW/cm<sup>2</sup>: Santimetrekare başına miliwatt olarak düşen güç yoğunluğu

µm: Mikrometre

mm: Milimetre

SEM: Taramalı elektron mikroskobu

TFI: Thylstrup Fejerskov indeksi

p: İstatistiksel anlamlılık düzeyi

pH: Bir çözeltinin asitlik veya alkalilik derecesi

OTC: Doktor kontrolünde olmayan ağartma ajanları

CO<sub>2</sub>: Karbon dioksit

HCL: Hidroklorik asit

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: Hidrojen peroksit

CH<sub>6</sub>N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: Karbamid peroksit

CH<sub>4</sub>N<sub>2</sub>O: Üre

OH<sup>-</sup>: Hidroksil

HOO<sup>-</sup>: Perhidroksil

OO<sup>-</sup>: Süperoksit

BisGMA: Bisfenol A diglisidil metakrilat

UDMA: Üretan dimetakrilat

TEGDMA: Trietilen glikol dimetakrilat

MMA: Metil metakrilat

PENTA: Dipentaeritriol penta akrilat monofosfat

## RESİMLER DİZİNİ

<b>Resim 1.</b> Çalışmada kullanılan materyaller .....	40
<b>Resim 2.</b> Standart olarak hazırlanan sınıf V kavite preparasyonu .....	42
<b>Resim 3.</b> Ağartma plağında ev tipi ağartma jeli uygulanmış örnekler .....	45
<b>Resim 4.</b> Yüzey örtücü ajanın uygulanması .....	47
<b>Resim 5.</b> Taramalı elektron mikroskobu ve haznedeki örnekler .....	48
<b>Resim 6.</b> Mikrosızıntı testi için hazırlanmış örnek .....	50
<b>Resim 7.</b> Hassas kesme cihazında örneğin kesitlere ayrılması aşamaları .....	50
<b>Resim 8.</b> Stereomikroskopta incelenen örnek kesiti .....	51
<b>Resim 9.</b> Grup 1'e ait bir restorasyonun taramalı elektron mikroskobu görüntüsü..	54
<b>Resim 10.</b> Grup 2'ye ait bir restorasyonun taramalı elektron mikroskobu görüntüsü	55
<b>Resim 11.</b> Grup 3'e ait bir restorasyonun taramalı elektron mikroskobu görüntüsü..	55
<b>Resim 12.</b> Grup 1'e ait bir restorasyonun streomikroskop görüntüsü .....	59
<b>Resim 13.</b> Grup 2'ye ait bir restorasyonun streomikroskop görüntüsü .....	60
<b>Resim 14.</b> Grup 3'e ait bir restorasyonun streomikroskop görüntüsü .....	61

## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b> Dişlerde görülen renk değişimleri ve tedavileri .....	13
<b>Tablo 2:</b> Çalışmada kullanılan materyaller, üretici firmaları ve içerikleri .....	39
<b>Tablo 3:</b> Çalışmada kullanılan materyallerin uygulama şekilleri .....	44
<b>Tablo 4:</b> Çalışmada belirlenen test grupları .....	46
<b>Tablo 5.</b> Kenar uyumunun morfolojik olarak değerlendirilmesi için kullanılan kalitatif analiz yöntemine ait skor ve kriterler .....	48
<b>Tablo 6.</b> Kenar uyumunun boya penetrasyon yöntemi ile değerlendirilmesi için kullanılan skor ve kriterler .....	51
<b>Tablo 7.</b> Kompozit rezin restorasyonların kenar uyumu skorlarına ait veriler ...	56
<b>Tablo 8.</b> Mikrosızıntı skorlarının gruplara göre dağılımı .....	57
<b>Tablo 9.</b> Mikrosızıntı skorlarının Kruskal-Wallis testi değerlendirme sonuçları..	58
<b>Tablo 10.</b> Landis ve Koch'un Kappa skoru değerlendirme tablosu .....	62
<b>Tablo 11.</b> Gözlemci içi uyum .....	62
<b>Tablo 12.</b> Gözlemciler arası uyum .....	62

## ŞEKİLLER DİZİNİ

**Şekil 1.** Gruplara ait mikrosızıntı skor ortalamaları ,standart sapmaları..... 57



## 1. GİRİŞ

Diş hekimliğinde kullanılan materyaller ve uygulamalar son zamanlarda hızla gelişim göstermiştir. Bu materyallerin ve uygulamaların hekimler tarafından klinik pratikte kullanılması ve hastalar tarafından kabulü oldukça memnun edicidir. Ancak bu gelişmeler, hastaların estetik beklentilerini de arttırmıştır. Günümüzde, diş hekimleri, kaybedilen diş veya dokuları geri kazandırmanın yanında, estetik beklentileri de karşılamak zorunda olan bir misyon edinmiştir. Bu sebeple üretici firmalar, restoratif materyallerin yanında, estetik ürünlere de geniş bir üretim payı ayırmıştır. Ağartma tedavisi diş hekimliğinde uygulanan estetik tedavilerin içinde en az invaziv olanlardan birisidir. Kolay uygulanabilmesi, güvenli olması ve estetik performansının yüksek olmasından dolayı son on yılda gülme estetiğinin dizaynı ile ilgili diş hekimleri tarafından klinik uygulamalarda çok sık olarak tercih edilmektedir (1).

Ağartma işlemi, peroksitlerin çeşitli formlarının kullanılması ile yapılmaktadır ve temeli oksidasyon-redüksiyon reaksiyonuna dayanmaktadır. Ağartma tedavisi; estetiği sağlama açısından konservatif bir yaklaşım olsa da, diş dokusunda ve tedavi sırasında dişlerde bulunan restorasyonlarda geri dönüşü olmayan değişikliklere yol açabilmektedir (2). Ağartma tedavisi sırasında oluşan serbest radikaller, diş dokularına ve restorasyon materyallerine kolaylıkla diffüze olarak diş dokusu ve rezin restorasyon arasında oluşan bağlanmaya zarar verebilmektedirler (3).

Ağartma ajanlarının, arayüzde oluşturduğu defektler restoratif materyal ve kavite duvarları arasından çeşitli iyon, sıvı, mikroorganizma ve moleküllerin penetrasyonuna neden olmaktadır. Mikrosızıntı olarak adlandırılan bu durum, rezin restorasyonların başarısızlığına yol açan en önemli neden olarak düşünülmektedir (4).

Ağartma tedavisi sonrasında oluşabilecek mikrosızıntıyı önlemek için geçmişte pit ve fissür örtücüler ve dental adezivler restorasyonların yüzeyine uygulanmıştır. Ancak, bu materyallerin viskozitesinin yüksek ve ıslatabilirliğinin

düşük olması ile ilgili sorunlar oluşmuştur. Yüzey örtücü ajanlar ise mikro boşluk ve mikro çatlakları kapatabilme yetenekleri ile oluşabilecek kenar uyumsuzluklarının ve mikrosızıntının engellenmesi için ağartma tedavileri sırasında uygulanabilecek en son geliştirilen ürünlerdir (5).

Yüzey örtücülerin piyasaya sürülme amacı, bitmiş restorasyonların marjinal kenarlarına uygulanarak, kavite marjinlerinin ve restorasyon dış arayüzünün korunması, renklenmenin önlenmesi ve daha parlak net bir yüzey sağlanmasıdır. Ayrıca düşük viskoziteli yüzey örtücü ajanlar aşınma direncini artırmak ve restorasyon yüzeyindeki mikro boşluklara nüfuz ederek restorasyon bütünlüğünü artırmak için de kullanılırlar (6).

Bu çalışmada, ağartma işleminin kompozit rezin restorasyon bulunan dişlerde arayüzde oluşturduğu defektler ve bu defektlerin meydana gelmesinin önlenmesinde yüzey örtücülerin etkisi değerlendirilmiştir. Buna göre bu çalışmanın amacı, Sınıf V kompozit rezin restorasyonların yüzeyine uygulanan nanofil içerikli örtücü materyalin, karbamit peroksit esaslı ev tipi vital ağartma işleminden sonra, restorasyon ile mine dokusu arasındaki kenar uyumuna ve mikrosızıntıya olan etkisinin in vitro olarak araştırılmasıdır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Diş Hekimliğinde Ağartma Tedavisi

Ağartma, oksidasyon özelliği olan kimyasal ajanların dişlerin bukkal yüzeylerine veya kron pulpa odasına intrakronal olarak uygulanması ile mine ve dentin dokusunun renk özelliklerinin değiştirilmesi işlemidir. Bu tedavi ile renklenmeye sebep olan organik pigmentlerin arasındaki bağlar koparılarak dişlerin optik özellikleri yeniden yapılandırılmaktadır (2).

Günümüzde ağartma tedavisi; kolay uygulanabilmesi, estetik sorunlara ve kozmetik beklentilere protetik tedavilere (kompozit ve porselen venerler, kuronlar, kompozit rezin restorasyonlar, mekanik abrazyona) oranla daha konservatif yaklaşabilmesi, hızlı sonuç alınabilmesi ve sonuçlarının hasta ve hekim için tatmin edici olması gibi nedenlerle popüler hale gelmiştir (6). Toplumda diş estetiğine verilen önem arttıkça; ağartma tedavisi sadece renklenme durumlarında değil, normal diş rengine sahip estetik beklentisi yüksek hastalarda da çok sık kullanılmaya başlanmıştır (7). Geçmişten günümüze değişen ihtiyaçlar doğrultusunda ağartma tedavileri içerik ve teknik olarak değişmiş ve geliştirilmiştir (8).

#### 2.1.1. Ağartmanın Tarihçesi

Diş hekimliği literatüründe ağartma ile ilgili bilgilere ilk olarak 1799 yılında rastlanmaktadır. Macintosh 'Bleaching Power' adını verdiği, kalsiyum klorit içeren ağartma ajanını ilk defa devital dişlerde kullanmıştır (9). Dwinelle ise devital dişlerdeki ağartma işlemini 1848'de klorit kullanarak gerçekleştirmiştir. Trumanen 1860 yılında bu yöntemi geliştirerek, devital dişlerin ağartılmasında daha etkili bir

materyal olduğunu düşündüğü kalsiyum hidroklorit ve asetik asit çözeltisindeki klorürü kullanmıştır. Bunun sonucu olarak ilk ticari beyazlatıcı ürünün (Labarraque solüsyonu) üretimine başlanmıştır (9). Latimer, oksalik asit kullanarak 1868 yılında vital dişlerde ilk ağartma tedavisini yapmıştır. Chapple, 1877'de oksalik asidi hidroklorik asit ile birlikte kullanmış, Taft ise 1878'de sadece kalsiyum hipoklorit kullanarak vital ağartma işlemi gerçekleştirmiştir. Dişlerin ağartılmasının estetik tedavi seçeneği olarak sunulması 1898 'de gerçekleşmiştir (10). Ofis tipi ağartma tekniğinin ilk denemeleri 1918 yılında Abbot tarafından hidrojen peroksit ve ısı oluşturan ışık kaynağı kullanılarak yapılmıştır. Feinman 1987'de %30'luk hidrojen peroksiti, ışık cihazı ile birlikte kullanmıştır. Reyto, 1996 yılında beyazlatma için, lazer ışınını uygulamıştır (9). Ofis tipi ağartma tekniğinde, ev tipi tekniklere göre daha yüksek konsantrasyonlarda, %30 ile %35'lik hidrojen peroksit kullanıldığından hızlı ağartma etkisi sağlanmıştır. Ancak dişlere ve diş etine zarar verme olasılığının daha yüksek olabileceği bildirilmiştir (10).

Günümüzde kullanılan özel hazırlanmış plak içerisine yerleştirilen %10'luk karbomit peroksit ile ev tipi ağartma ilk defa 1960'lı yılların sonlarında Klusmier tarafından uygulanmış ancak 1989 yılında Haywood tarafından kullanılabildiği kadar bu yöntem yaygınlaşmamıştır. Haywood bu yöntemi "plakla beyazlatma" olarak adlandırmıştır (9).

## **2.2. Dişlerde Görülen Renklenmeler**

Diş renklenmeleri farklı nedenler ile süt dişlerinde ve daimi dişlerde karşımıza çıkan bir problemdir. Dişlerdeki renklenmeler uzun yıllar boyunca içsel (intrensek) ve dışsal (ekstrensek) renklenmeler olarak sınıflandırılmıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda "internal renklenmeler" olarak adlandırılan üçüncü bir grup tanımlanmıştır (Tablo 1). Bu grupta yer alan renklenmelerin dışsal olarak başladığı, minede bulunan defektlerden içeriye doğru ilerleyip içsel hale geldiği belirtilmektedir (11).



## 2.2.1 Dış Kökenli Renklenmeler

Dış kökenli renklenmeler, direkt ve indirekt olarak iki kategoriye ayrılmaktadır (11). Direkt renklenmede; renklendirici maddeler (kromojen) doğrudan pelikül ile birleşerek renklenmeyi meydana getirirler. İndirekt renklenme ise; diş yüzeyinde daha önceden bulunan bileşiklerle renklendirici ajanların kimyasal reaksiyonu sonucu oluşur (12). Yapılan başka bir sınıflamada, dış kaynaklı renklenmeler  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$  olarak üç gruba ayrılmıştır:  $N_1$  tipi renklenmede (direkt); çay, kahve, şarap gibi içeceklerden gelen kromojenler dişin yüzeyine birikerek renklenmeyi meydana getirirler. Bu durumda dişte oluşan renk ile kromojen maddenin rengi aynıdır.  $N_2$  tipi renklenmede (direkt), diş ile aynı renkte olan kromojenlerin dişle bağlandıktan sonra renkli gıdaların zaman içerisinde bunların üzerine birikmesi ile meydana gelen renklenmedir.  $N_3$  tipi renklenmede (indirekt) ise, kromojenlerin dişle bağlandığında renksiz olduğu ancak zaman içerisinde kimyasal reaksiyonlar ile renklenmeyi meydana getirdiği belirtilmiştir (13).

### 2.2.1.1 Direkt Renklenme

Çay, kahve, sigara, ilaçlar, baharatlar, sebzeler ve kırmızı şarap gibi günlük hayatta sıklıkla tüketilen maddelerin direkt renklenmelere sebep oldukları bilinmektedir. Renklendirici maddeler pelikül tarafından absorbe edildikten sonra pelikül proteinleri ile reaksiyona girerek mine yüzeyine tutunur ve renklendirici özelliğini sağlayan bileşene bağlı olarak diş rengini değiştirirler ( $N_1$  ve  $N_2$  tip) . Özellikle minenin sementi tamamen örtmediği ve aşınmaya bağlı dentin dokusunun açığa çıktığı durumlarda; dentinin tübüler yapısından dolayı renklendirici maddeler dentin dokusunun içerisine kolaylıkla invaze olabilirler. Tedavisinde; çeşitli polisaj patları, aşındırıcılar veya daha gelişmiş ultrasonik temizleyiciler kullanılabilir (14).

### 2.2.1.2. İndirekt Renklenme

İndirekt diş renklenmeleri, metal tuzları ve katyonik antiseptiklerle ilişkilidir. Polivalent metal tuzlarının, metal tuzlarına maruz kalan demir işçilerinde ve demir desteği alan insanlarda görülen siyah renklenmeler gibi dış kökenli renklenmeler ile ilişkili olduğu bilinmektedir (15).

Klorheksidin, heksetidin, setilpiridinum klorid ve diğer ağız çalkalama solüsyonları gibi katyonik antiseptikler uzun süre kullanıldıklarında renklenmeye sebep olmaktadır. Örneğin, klorheksidin yaklaşık 7-10 gün kullanıldıktan sonra anterior dişlerin labial ve lingual yüzünde kahverengi-siyah renklenmeler görülür. Klinik çalışmalardan elde edilen verilerin büyük bir kısmı diyet etyolojisini desteklemektedir (16). Bu yüzden, renklenmeye diş yüzeyinde polivalent metal tuzlarının ya da katyonik antiseptiklerin tutunmasını sağlayan polifenol gibi anyonik diyet kromojenlerinin çökmesinin neden olduğu düşünülmektedir. Tedavisinde ise etken maddenin kullanımının bırakılıp, ağartma tedavilerine başvurulmalıdır (16).

### 2.2.2 İç Kökenli Renklenmeler

İç kökenli renklenmeler; dişlerin gelişimi sırasında diş sert dokularının yapısal, içerik veya kalınlıklarındaki değişiklikler sonucunda meydana gelir ve diş dokusunun ışığı geçirme özelliklerini değiştirir. Daimi dişlerdeki iç renklenmeler sistemik ve kalıtsal hastalıklar, iatrojenik ve idiopatik faktörler, travma ve yaşlanma sonucunda oluşabilmektedir. Bu renklenmeler sürme öncesinde veya sonrasında meydana gelebilmektedir (17).

### **2.2.2.1. Metabolik Hastalıkların Sebep Olduğu İç Kökenli Renklenmeler**

Fenilketonüri, konjenital eritropoetik porfiria, konjenital hiperbilirubinemi gibi birçok metabolik hastalık iç kökenli renklenmelerin oluşmasına neden olmaktadır (7).

Fenilketonüri; resesif olarak geçen bir metabolizma bozukluğudur ve bazı aminoasitlerin (Tirozin ve Fenilalanin) oksidasyonu tam olarak gerçekleşmediği için hemo gentisik asit oluşmaktadır. Bu tür vakalarda daimi dişlerde dentin dokusu kahverengidir. Ağartma tedavisiyle renklenme azaltılabilmekte hatta tamamen tedavi edilebilmektedir (7).

Porfiria; porfirin metabolizmasındaki bozukluk sonucu hematorporfiri açığa çıkıp, kemik ve dişlerde depolanması durumudur. Dişlerde kırmızı-kahverengi renklenmeler oluşmaktadır. Bu oluşuma eritrodonti adı da verilmektedir. Ağartma yöntemleriyle tedavi edilebilirken çok ileri vakalarda restoratif yöntemlere de gerek duyulmaktadır (7).

Konjenital hiperbilirubinemi sonucunda oluşan yıkım ürünleri, dişlerde sarı-yeşil renklenmelere sebep olmaktadır. Yenidoğan sarılığı ve eritroblastosis fetalis nedeni ile görülen pigmentler kalsifiye diş dokularında özellikle neonatal çizgide birikerek renklenmeye neden olmaktadır. Bu tür dişler ağartma tedavilerine yanıt vermezler (18).

### **2.2.2.2. Kalıtsal Hastalıkların Sebep Olduğu İç Kökenli Renklenmeler**

Amelogenesis imperfekta, mine formasyonu veya mineralizasyonunu etkileyen kalıtsal bir gelişim anomalisidir. Klinik görünümde 14 tipi vardır ve bunların büyük çoğunluğu otozomal dominant geçiş gösterir (19). Görünüm, amelogenesis imperfektanın tipine göre değişmektedir. Hafif hipomatüre opak mineden, sarı-kahverengi sert mineye kadar farklılık göstermektedir (20).

Dentin defektleri; kalıtsal olabilecekleri gibi çevresel etkenlerden dolayı da oluşabilirler. Genetik olarak belirlenen dentin defektleri tek başlarına ya da sistemik bir bozukluk ile birlikte görülebilir (21).

Kalıtsal hastalıklar sonucu oluşan defektlerde, diş yüzeyinde kahverengi-siyah bant şeklinde karakteristik renklenmeler ve şekil bozuklukları görülmektedir (11). Tedavisinde, ağartma teknikleri kontraendike olup kompozit ve porselen veneerler, kuronlar, kompozit rezin restorasyonlar gibi yöntemler kullanılmalıdır (8).

### **2.2.2.3. İatrojenik Etkenlerin Sebep Olduğu İç Kökenli Renklenmeler**

Tetrasiklin renklenmesi, ilacın sistemik olarak alınması sonucunda oluşur. Tetrasiklin; dentinde hidroksiapatit kristallerinin yüzeyindeki kalsiyum iyonlarıyla kompleks şelasyonlar oluşturduğu için, dentini mineden daha çok etkilemektedir (22). Daimi dişlerin gelişimi 12 yaşına kadar devam ettiği için bu yaşın altındaki çocuklarda tetrasiklin kullanılmamalıdır. Ayrıca plasenta bariyerini geçebildiği için hamilelerde ve emzirme dönemindeki kadınlarda da kullanılmamalıdır. Oluşan renklenme hastanın yaşı kadar, alındığı zaman periyoduna, doza ve kullanılan tetrasiklinin tipine bağlıdır. Genellikle etkilenmiş dişler sarı ya da kahverengi-gri renktedir ve dişler sürdüğünde görünüm kötüdür. Bu kötü görünüm zamanla azalır. Dişler sürdükten sonra ışığa maruz kaldığı için renk kahverengiye dönmektedir. Bu değişim özellikle anterior dişlerde görülür. Tetrasiklinin farklı analogları farklı renk değişimi oluşturur (23).

Tetrasiklin renklenmesi diş ağartma işlemine en geç cevap veren renklenmedir ve dolayısıyla tedavi süreci en uzun olan renklenmedir (23). %10-20 karbamit peroksit ile 1-6 ay arasında devam eden ev tipi ağartma işlemlerinin etkili olduğu rapor edilmiştir (22). Ağartma tedavisinden sonra sonuçların 90 ay kadar kalıcılığını koruduğu belirtilmiştir (22). Peroksidaz ve laktoperoksidaz gibi enzimlerin yüksek konsantrasyonlu karbamit peroksit ile birlikte kullanılmasıyla daha etkin ağartma sağlanabilmektedir (24). Tetrasiklin renklenmesinin

değerlendirilmesinde; 1. derece tetrasiklin renklenmesinde, açık sarı ve gri renklenmeler kesici dişlerin insizal üçlüsündedir ve ağartma tedavisine cevap vermektedir. Renklenmenin derecesi ve yerinin çok değişken olduğu 2. derece tetrasiklin renklenmesinde, ağartma tedavisi büyük oranda etkili olmaktadır. Renklenmenin koyu bant şeklinde olduğu 3. ve 4. derece tetrasiklin renklenmeleri, ağartma tedavisine cevap vermediğinden restoratif yöntemlerle tedavi edilebilir (7).

Dental florozis; doğal su kaynaklarından alınan sudaki florid miktarına bağlı olarak gelişebileceği gibi tablet, gargara ve diş macunlarından alınan fazla miktardaki floride bağlı olarak da gelişebilmektedir. Durumun şiddeti yaşa ve doza bağlı olarak değişmektedir. Minedeki görünüm, küçük opak lekelerden diffuz opasitelere kadar farklılık gösterebilmektedir. Renk ise hafif opaktan koyu kahverengi-siyaha kadar değişebilmektedir (25).

Kahverengi-siyah renklenmeler ise, genellikle dişlerin sürmesinden sonra poröz mine içerisine dış kökenli kromojenlerin penetre olması sonucu meydana gelmektedir. Bir çeşit mine hipoplazisi olarak değerlendirilmektedir; çünkü kronik florid alımı mineralize matriks içindeki kalsiyum iyonunun oranını azaltarak matriks proteinini oluşturan proteinaz enziminin bozulmasına neden olarak ameloblast metabolizmasını etkiler. Bunun sonucunda, hipomineralize ve poröz mine meydana gelmektedir. Kronik alınan florid; amelogenin, ameloblastin, tuftelin, enamelin gibi matriks proteinlerine tutunarak düzensiz kristal yapı oluşumuna neden olur. Düzensiz kristal yapı, interprizmatik alanda büyük boşluklara, fiziksel ve optik bozulmalara sebep olmaktadır (26).

Dental florozisin tedavisinde, Thylstrup ve Fejerskov indeksine (TFI) göre 1-4 arası skora sahip yüzeysel mine defektlerine ofis tipi ajanlar tek başına veya ev tipi ağartma ajanlarla birlikte kullanılmaktadır. TFI indeksine göre, 5-10 arası skora sahip yoğun kahverengi ve derin defektlere sahip dişler ise, % 6-18 HCl asit ve silikon karbit partikülleri içeren patlarla uygulanan selektif mikroabrazyon ile ağartma tedavileri kombine edilerek uygulanmaktadır (27).

#### **2.2.2.4. Travma Sebebi İle Oluşan İç Kökenli Renklenmeler**

Sıklıkla görülen diş renklenmelerinin yaygın sebeplerinden biri, travmayı takiben meydana gelen pulpa hemorajik ürünlerinin yol açtığı renklenmelerdir. Renklenmenin temel sebebinin travmaya uğramış dişte hematin ya da hemoglobin molekülünün birikmesi sonucu olduğu düşünülmektedir ve bu hemorajik ürünlerin dentin içerisine penetrasyon miktarı renklenmenin derecesini belirler (28).

Diş sert dokularının rezorpsiyonu mine-dentin birleşiminde pembe bir görünümle belirtirebilir. Bu durum, dentinin çok fazla rezorbe olması ile vasküler dokunun mineden gözükmeye sonucu meydana gelmektedir. İç rezorpsiyon sıklıkla pembe lekelerle neden olmaktadır. Periodontal dokulardan kaynağını alan diş rezorpsiyon sonucu da dişin krununda pembe lekelerle rastlanabilmektedir (29).

Mine hipoplazilerinin en yaygın nedeni süt dentisyonu sırasında meydana gelen daimi diş germinin maruz kaldığı travma ve enfeksiyonlardır. Diş germine zarar veren bu tür lokalize etkiler, hipoplastik mine defektleri oluşmasına neden olmaktadır (Turner hipoplazisi) (28).

Dentin hiperkalsifikasyonu; travma sonucu dişlerdeki kanlanmanın geçici olarak bozulmasıyla odontoblastların etkilenmesi ve pulpa odası ile kanal duvarlarında düzensiz dentin yapımı meydana gelmesidir. Bu durumda dişler vital olmalarına rağmen translusensileri giderek azalmakta ve renkleri sarı-kahverengiye dönüşmektedir (29).

#### **2.2.2.5. İdiopatik Sebeplerle Oluşan İç Kökenli Renklenmeler**

Molar insizör hipomineralizasyonu, kesici ve daimi birinci molarların etkilendiği minenin ciddi hipomineralizasyonu ile karakterize ve etiyojisi bilinmeyen bir durumdur. Hipomineralize mine asimetriktir, molar dişler ciddi derecede etkilenmesine karşın, aynı çenede karşı kuadranda olan karşılığı nispeten

etkilenmemiştir ya da küçük yüzeyel defektler vardır. Mine poröz ve kırılıgandır. Erüpsiyondan kısa bir süre sonra çigneme kuvvetlerinin etkisiyle dağılır. Görüntü mine hipoplazisine benzer ve hipoplastik lezyonlar normal mineden pürüzlü kenarlarla ayırt edilebilir. Tedavisi, restoratif yöntemlerle yapılmalıdır (7).

#### **2.2.2.6. Yaşlanma Nedeniyle Oluşan İç Kökenli Renklenmeler**

Yıllardır süregelen sekonder dentin üretimi, dişin ışık geçirgenlik özelliklerini değıştirmekte ve yaş ile diş renginin koyulaşmasına sebep olmaktadır (20). Pulpa, yaşın ilerlemesiyle birlikte çekilerek arkasında daha koyu renkli sekonder dentin bırakmaktadır. Mine kalınlığı zamana bağılı çignemenin etkisiyle azalmakta ve dentin renginin diş renginde baskın olmasıyla birlikte dişler gittikçe koyulaşmaktadır. Bu doğal süreç yiyecek, içecek ve tütün ürünlerinin zaman içerisinde biriken renklendirici etkileriyle hızlanmaktadır (30).

#### **2.2.3. İnternal Renklenmeler**

İnternal renklenmeler dişin gelişimini tamamlamasından sonra, dış kökenli renklenmelerin dişin yapısına penetrasyonu ile meydana gelmektedir. Bu tip renklenmeler mine defektlerinde ve açığa çıkmış dentinin pürüzlü yüzeylerinde meydana gelmektedir. Fonksiyon ve parafonksiyon sonucu oluşan kazanılmış defektler, diş çürükleri ve restoratif materyaller direkt ya da indirekt diş renklenmesine sebep olabilmektedir (16).

Atrizyon, abrazyon ve erezyonla mine ve dentinin kaybolması dış kökenli kromojenlere dentinin maruz kalmasıyla sonuçlanır. Minenin kaybı sonucu dentinin kromojenlere maruz kalmasından dolayı dişler koyu renkli görünür. Minede travma

sonucu oluşan çatlaklar ya da dişeti çekilmeleri dişleri dış kökenli renklenmelere yatkın hale getirir (11, 16).

Çürük lezyonunun ilerlemesi genellikle renkte değişiklikle ilişkilidir, renk beyaz leke şeklinden dış kökenli kaynaklardan rengini alan siyah lezyonlara kadar değişebilir (16).

Eski amalgam restorasyonların etrafında görünen yeşil-siyah renklenmelerin dentin tübüllerinin içerisinde kalayın birikmesine bağlı olarak meydana geldiği düşünülmektedir. Ojenol içerikli dolgu materyalleri, portakal-sarı renklenmelere sebep olabilir, kanal tedavisinde kök kanalındaki gümüş konlar gri ya da pembe görünüm oluşturabilir (11, 16).

### **2.3. Ağartma Tedavisinde Kullanılan Ajanlar ve İçerikleri**

#### **2.3.1. Hidrojen Peroksit**

Hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ), suda yüksek oranda çözünerek zayıf asidik bir çözelti oluşturan ve acı tadı olan renksiz bir sıvıdır. Hidrojen peroksitin düşük konsantrasyonları havada, yağmurda, su yüzeyinde, insan ve bitki dokularında, yiyecek içeceklerde ve bakterilerde bulunmaktadır (31).

Hidrojen peroksitin parçalanması sonucu ortaya çıkan oksijen molekülleri dişlere penetre olarak pigmente organik molekülleri parçalamakta ve ağartma işlemi gerçekleşmektedir (32). Hidrojen peroksit iyon formuna dönüşüp ağartma tedavisini yapabilmesi için alkali bir ortam gereklidir hatta bunun için en uygun pH 9.5-10 arasındadır (13).



**Tablo 1.** Dişlerde görülen renk değişimleri ve tedavileri

Renk değişimi	Görülen renk	Tedavi seçeneği
<b>Dış kökenli (direkt renklenme)</b>		
- Çay, kahve, şarap vb.	Kahverengi-siyah	Ultrasonik temizlik ve polisaj
-Tütün ürünleri	Sarı-siyah	
Plak	Sarı-siyah	
<b>Dış kökenli (indirekt renklenme)</b>		
- Polivalent metal tuzları ve katyonik antiseptikler (ör: klorheksidin)	Kahverengi ve siyah	Etkenin kesilmesi ve ağartma tedavisi
<b>İç kökenli</b>		
-Metabolik hastalıklar (ör: porfiria)	Kırmızı-kahverengi	Ağartma yöntemleriyle tedavi edilebilmekle birlikte ilerleyen durumlarda restoratif yöntemler gerekir.
-Kalıtsal hastalıklar (ör: amelogenesis imperfekta)	Kahverengi-siyah bant görünümü	Ağartma tedavileri kontraendikedir restoratif yöntemler uygulanmalıdır.
-İatrojenik sebepler: Tetrasiklin	Sarı, kahverengi, mavi, siyah	1 ve 2. derece > ağartma tedavisi 3 ve 4. Derece > restoratif yöntemler
Florozis	Beyaz, sarı, kahverengi, siyah	Mikroabrazyon+ ağartma tedavisi
-Travmatik sebepler	Kahverengi	Restoratif yöntemler
-Mine hipoplazileri	Gri-siyah	Restoratif yöntemler
-Pulpal hemoraji	Pembe nokta	Kanal tedavisini takiben ağartma tedavisi
-Kök rezepsiyonu	Sarı	Ağartma tedavisi
-Yaşlanma	Sarı	Restoratif yöntemler
<b>İnternalize</b>		
-Çürük	Kahverengi-siyah	Restoratif yöntemler
-Restorasyonlar	Kahverengi, gri, siyah	Restoratif yöntemler

Hidrojen peroksitin parçalanması sonucu açığa çıkan serbest radikaller, mine ve dentinin organik yapısı içerisine diffüze olurlar. Eşleşmemiş elektronlara sahip serbest radikaller sürekli organik moleküllerin bağlarını kopararak oksijen radikalleri oluştururlar. Doymamış bağlarla reaksiyona giren radikaller, minenin organik matriksinin elektron konjugasyonunun bozulmasına neden olmaktadır. Sonuçta; ışığı daha az yansıtan, yapısı bozulmuş opak moleküller oluşur ve ağartma işlemi gerçekleşir (9).

Hidrojen peroksit, %5.25 ile %40 arasında farklı konsantrasyonlarda kullanılmaktadır. Eterdeki %25'lik solüsyonu ise pirojen olarak adlandırılır ve nadir olarak kullanılmaktadır. Etere bağlı olması yüzey gerilimini düşürmektedir. Bu nedenle dentin tübüllerinin içine daha kolay penetre olup, daha etkin ağartma sağlamaktadır. Yumuşak dokularla temasa girdiğinde yakıcı etki göstermektedir. Eterin diğer bir dezavantajı da mide bulantısına sebep olmasıdır. Bu yan etkilerinden dolayı pirojen formunun kullanımı yaygın değildir (33).

Distile sudaki %30'luk hidrojen peroksit süperheksol olarak adlandırılmaktadır. Süperheksol ısı ve ışık tarafından parçalanma eğiliminde olduğundan koyu renkli şişelerde ve buzdolabında saklanmalıdır. Süperheksol yakıcıdır ve doku ile temas ettiğinde yanık oluşturmaktadır. Deri ve oral dokular ile temas ettiğinde beyaz peteşiler ve ağrılı bir yanmaya neden olmaktadır (34). Düşük konsantrasyonlarının plak inhibisyonu sağladığı, supragingival mikrobiyal flora azalmasında avantajlı olduğu ve periodontal hastalıklarda iyileştirici etkisi bulunduğu da gösterilmiştir (9).

### **2.3.2. Karbamid Peroksit**

Karbamid peroksit dişlerin beyazlatılması amacıyla üretilmiş sulu bir çözeltilidir. Karbamid peroksit jelleri diğer peroksit türevlerine benzer olarak kararlı bir yapıya sahip değildir (35). Uygulandıklarında doku ile temasta önce üre, amonyum, karbonik asit ve hidrojen peroksit açığa çıkar, daha sonra hidrojen

peroksit, su ve oksijene ayrışır. Açığa çıkan oksijen oksidasyon ile renklenmiş bölgelerin ağartılmasını sağlar (36). Üre hidrojen peroksit olarak da bilinen karbamid peroksit ( $\text{CH}_6\text{N}_2\text{O}_3$ ), % 3-25 konsantrasyonlarda kullanılır (37). Karbamid peroksit jellerinde; gliserin, propilenglikol, sodyum stannat, fosforik asit ve sitrik asit bulunur. Doku ve tükürük ile temas ettiğinde % 10' luk karbamid peroksit, % 3,5 hidrojen peroksit ve % 6,5 üreye ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ ) parçalanır (38).

Karbamid peroksit içeren ürünlerde bulunan karbapol veya gliserin hidrojen peroksit salınımını yavaşlatırken ağartma ajanının etkinliğini değiştirmemektedir. Gliserin ağartma ürünlerinin viskozitesini artırarak diş dokularına tutunmasını kolaylaştırmasına rağmen bu durum dişte dehidratasyona neden olduğu için çok tercih edilmemektedir (8). Karbamid peroksit içeren ürünler raf ömrünün uzun olmasını sağlamak amacıyla çok az asidik olarak hazırlanmaktadır. Karbamid peroksitin uygulanan formlarında pH'ı 5 ile 6,5 arasında değişmektedir (7, 9).

### **2.3.3. Sodyum Perborat**

Genellikle devital ağartma için kullanılan bir ağartma ajanıdır. Sodyum perborat, sodyum metaborat ve hidrojen peroksit parçalanmış bir maddedir. Sodyum perborat kuru haldeyken stabildir. Ancak asit, ılık hava veya su varlığında sodyum metaborat, hidrojen peroksit ve serbest oksijene parçalanır. Tüm sodyum perborat ürünleri alkalendir. Monohidrat, tetrahidrat ve trihidrat formları vardır ve bulunduğu form açığa çıkardığı oksijen miktarını etkilemektedir (39).

### **2.3.4 Sodyum Perkarbonat**

Hidrojen peroksit ve sodyum karbonatın birleştirilmesiyle elde edilen, kokusuz bir toz olup aktif oksijen radikalleri açığa çıkartma özelliğine sahiptir.

Yapılan sitotoksisite ve genotoksisite çalışmalarında diğer ağartma ajanlarıyla benzer etkiler gösterdiği belirlenmiştir (7).

### **2.3.5. Ağartma Ajanlarındaki İnaktif Materyaller**

Ağartma ajanlarının içerisinde peroksit gibi direkt etki gösteren bileşiklerin yanında reaksiyona girmeyerek etki eden katalizör maddeler bulunmaktadır. Bu maddeler ortamın pH'ını artırmak, oksijen salınımını sürdürmek, ağartma ajanlarının viskozitesini artırmak gibi etkilere sahiptirler. Karbomit peroksitli ürünler karbopol içerirler (9).

Karboksipolimetilen (karbopol) ağartma ajanlarını daha visköz hale getirerek doku adaptasyonunu ve bağlanmayı artırmak ile birlikte yavaş oksijen salınımını sağlamaktadır (40). Oksijen salınımının yavaş olması ürünlerin daha uzun süre aktif kalmalarını sağlamaktadır. Yüksek viskozite sayesinde jellerin taşıyıcılara ve dişlere adaptasyonu artmakta, tükürük tarafından hidrojen peroksitin etkinliğinin azalması da engellenmektedir (7-9).

Üre insan vücudunda doğal olarak tükürük bezlerinde üretilmekte, tükürükte ve dişeti oluşu sıvısında bulunmaktadır. Ürenin kendiliğinden ya da bakteriyel metabolizma sonucunda yıkılması ile amonyak ve karbondioksit oluşmaktadır. Hidrojen peroksitin stabilizasyonunu sağlaması ve pH'ını arttırmasının yanı sıra antikaryojenik etkisi, tükürük stimülasyonu ve yara iyileşmesi üzerine etkileri nedeniyle ağartma tedavisinde kullanılan ürünlere üre eklenmektedir (9).

Ağartma ürünleri gliserin veya glikol bazlıdır. Gliserin; ağartma ürünlerinin viskozitelerini arttırarak kullanımlarını kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte gliserin bazlı tüm beyazlatma ajanlarının dentini dehidrate edici etkisi olduğu bildirilmektedir. Dehidratasyona bağlı olarak dişin translusent görünümünü kaybettiği bildirilmektedir. Glikol ise anhidroz bir gliserindir. Ağartma ürünlerine eklenen yüzey nemlendiricileri sayesinde hidrojen peroksitin diş yüzeyine penetre

olması kolaylaşmaktadır ve bu maddeleri içeren ürünlerin diğerlerine oranla daha etkili oldukları belirtilmektedir (9).

Tüm ağartma ürünlerinde sitroksain, fosforik asit, sitrik asit veya sodyum stannat gibi koruyucular bulunmaktadır. Bu asidik koruyucular sayesinde hidrojen peroksitin parçalanmasını hızlandıran demir, bakır, magnezyum gibi metallerin ürünleri etkilemesi engellenerek jellerin stabilizasyonu sağlanmaktadır. Bu nedenle orta seviyede asidik pH'ları vardır. Ağartma ürünlerine eklenen tatlandırıcılar ise seçeneğe bağlı olarak ve hastanın ürünü kabul edebilmesini arttırmak için kullanılmaktadır (9, 41).

## 2.4 Ağartmayı Etkileyen Faktörler

Ağartma tedavisinde; ortamın pH'ı, sıcaklığı, diş yüzeylerinin temiz olması, ortamın tükürükten izole olması gibi faktörler sonucu etkilemektedir (42).

1. Diş yüzeylerindeki eklentiler hidrojen peroksitin iyonizasyonunu değiştirerek serbest radikallerin oluşmasını engeller ve ağartma işlemi gerçekleşemez. Bu nedenle ağartma tedavisi öncesi yüzey eklentilerinin uzaklaştırılması için dişlere polisaj işlemi uygulanmalıdır (42).

2. Konsantrasyon ne kadar yüksek olursa oksidasyon işleminin etkisi o kadar artar. Yüksek konsantrasyon içerikli ağartma tedavilerinde genellikle %35'lik hidrojen peroksit jeli kullanılmaktadır (13).

3. Ağartma tedavisi sırasında sıcaklığın 10°C artması, kimyasal reaksiyonun hızını iki kat arttırmaktadır. Hastanın rahatsızlık duymadığı en yüksek sıcaklık, en etkili ısı seviyesidir (42).

4. Tükürük izolasyonu tam olarak sağlanmış bir çevrede hidrojen peroksidin uygulanmasının ağartma etkinliğini artırdığı görülmüştür (40). Ağartmanın etkisi uygulama süresine direkt bağlıdır. Bir düzeye kadar uzun süreli uygulamalar daha fazla ağartma sağlamaktadır (42).

Hidrojen peroksit, sağlanan asidik bir pH' la uzun süre saklanabilir. Hidrojen peroksidin en yüksek oksidasyon etkinliği gösterdiği pH aralığı 9.5-10.8 dir. Bu pH, aynı süre içerisinde daha düşük bir pH seviyesinde elde edilen sonuçtan en az % 50 daha iyi sonuç elde edilebilir (13).

## 2.5 Ağartma Mekanizması

Diş hekimliğinde ağartma işlemi, peroksitlerin çeşitli formlarının kullanılması ile yapılmaktadır ve temeli oksidasyon-redüksiyon reaksiyonuna (redoks) dayanmaktadır. Redoks reaksiyonunda; okside edici ajanın (hidrojen peroksit) çiftleşmemiş elektronlara sahip serbest radikalleri vardır ve bu radikaller elektronlarını vererek indirgenir, indirgeyici ajan (ağartılan madde) ise elektronları alarak okside olur (yükseltgenir) (43).

Alkalin ortam oluştuğunda, hidrojen peroksit bir hidrojenini vererek perhidroksil (HOO<sup>•</sup>) serbest radikalini oluşturur. Diğer taraftan hidrojen-oksijen ve oksijen-oksijen arası bağların kopmasından kaynaklanan hidroksil serbest radikallerinin oluşumu, stabil olmayan ve doymamış bağlara sahip bir yapıyı ortaya çıkarır (44).

Hidrojen peroksidin parçalanması sonucunda oluşan serbest oksijen radikalleri düşük moleköl ağırlılığından dolayı minenin interprizmatik aralıklarına difüze olur. Bu radikaller diş minesinde inorganik tuzlar arasında, renklenmeye neden olan organik moleküller ile reaksiyona girer. Büyük organik moleküllerin parçalanmasından oluşan küçük moleküller, hidrojen peroksidin efervesan (köpürme) özelliği sayesinde yüzeye taşınır. Buna bağlı olarak pürüssüz yapısını kaybeden mine dokusunda, ışığı daha az yansıtan basit moleküller oluşarak başarılı bir ağartma sağlanmış olur (9).

Oluşan serbest radikaller minenin prizmalarının arasından geçecek kadar küçük bir yapıya sahip olduklarından kolayca mine dentin sınırını geçip dentin

yapısına ulaşırlar. Serbest radikaller, dentinin organik yapısındaki alanin ve prolin gibi proteinlere tutunarak yapılarını değiştirirler fakat inorganik yapıya etki etmezler (45).

Ağartma işlemi devam ederken, sadece hidrofilik renksiz yapının var olduğu bir noktaya ulaşılır. Bu materyalin doyma noktasıdır. Ağartmanın yavaşladığı bu noktadan sonra işleme devam edilirse, proteinlerin ve buna bağlı olarak mineyi oluşturan matriks yapının karbon bağları kırılır ve hidroksil grupları olan bileşikler, daha küçük komponentlerine ayrılırlar. Mine kaybı hızlanır ve diş yapısı hızla karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve suya (H<sub>2</sub>O) dönüşür (7).

Ağartma işleminin son noktası diğer oksidasyon reaksiyonlarında olduğu gibi minenin kaybı ile sonuçlanmaktadır. Diş hekimleri için en önemli nokta, ağartma işleminin dişin doyma noktasından önce durdurulması gerekliliğidir. Bu noktadan sonra daha fazla ağartma etkisi elde edilemeyeceği gibi diş yüzeylerinden madde kaybı başlayacaktır (46).

## **2.6. Ağartma Yöntemleri**

Günümüzde; hastaların kendi kendine uygulayabildikleri ağartıcı diş macunları, bantlar ve jeller gibi kontrol dışı ürünlerin yanında diş hekimi tarafından uygulanan ağartma sistemleri de mevcuttur. Ağartma tedavileri, uygulanan dişlerin vitalite durumlarına (vital ağartma- devital ağartma) ve uygulandıkları ortama göre (ofis tipi- ev tipi) iki gruba ayrılırlar (47). Birçok ağartma yönteminde, hidrojen peroksit ve türevleri, farklı konsantrasyonlarda ve farklı uygulama teknikleri ile kullanılmaktadır (7).

### **2.6.1. Vital Dişlerde Ağartma Yöntemleri**

#### **1. Diş hekimi kliniğinde uygulanan ağartma yöntemi (Ofis Tipi)**

## 2. Diş hekimi kontrolünde evde uygulanan ağartma yöntemi (Ev Tipi)

Vital dişlerde uygulanan ağartma teknikleri, “power bleaching” olarak adlandırılan klinik uygulamalarını ve klinik dışında diş hekimi önerisinde evde gerçekleştirilen ve ‘nightguard vital bleaching’ adı verilen uygulama tekniğini içermektedir. Bu teknikler ayrı ayrı uygulanabileceği gibi kombine olarak da kullanılabilir (38). Vital diş ağartma yöntemleri; yaşlanma, travma veya ilaç kullanımına bağlı olarak oluşan iç kökenli renklemelere ve hasta isteklerine bağlı olarak doğal diş renginin ağartılmasında kullanılabilir. Estetik restoratif işlemlerle dişlerin renk ve şekil uyumunun artırılabilmesi için restoratif tedavi öncesi veya sonrasında vital veya devital ağartma tedavileri kullanılabilir (47).

### 2.6.1.1. Diş Hekimi Kliniğinde Uygulanan Ağartma Yöntemi (Ofis Tipi)

Vital dişlerdeki ağartma yöntemleri diş hekimi kontrolünde kullanıldığında etkili ve güvenli olmaktadır. Diş hekimleri çoğunlukla renk değişiminin derecesi ve hasta kooperasyonuna göre klinikte uyguladıkları ağartma tedavisi ve evde uygulanan ağartma tedavisi arasında seçim yapar (7).

Ofiste yapılan ağartma tedavisinde, yumuşak dokuların izole edilmesi işleminden sonra yüksek konsantrasyonda hidrojen peroksit içeren ağartma jelleri diş hekimi tarafından hastaya uygulanır. Ofis ağartma tedavisinde, etkinin daha çabuk görülmesi amacıyla ısı ve ışık kullanılabilir. Bu amaçla; quartz-halojen lambalar, plazma ark lambaları, infrared lambalar, argon ve karbondioksit lazerler, diod lazer kullanılabilir (9).

Diş ağartma tedavilerinde ışık kaynağı kullanılmasındaki asıl amaç, uygulama süresinin kısalması ve daha düşük konsantrasyonlarda peroksit kullanılabilmesidir. Ağartma materyalinin, ısı veya ışık ile aktive edilerek uygulanması peroksitin difüzyonunu kolaylaştırarak materyalin ağartma etkinliğini artırır (48).



Ofiste yapılan ağartma tedavisinin her ne kadar vital dişler yüksek yüzdeli, hızlı ağartma etkisine sahip kimyasallara maruz kalsa da, kontrolün tamamen diş hekiminde olması, dişlerin kısa zamanda ağartılması ve yumuşak dokuların korunabilmesi gibi avantajları bulunmaktadır. Dezavantajları ise yüksek maliyet, önceden belirlenemeyen sonuç ve tedavi süresidir. belirlenememesidir. Ağartma tedavisini uygulayan hekime ve hastada oluşabilecek yumuşak doku zararı, rubber dam gibi izolasyon yöntemlerinin rahatsızlığı ve tedavi sonrası oluşabilecek hassasiyete karşı dikkat edilmesi gerekmektedir (49).

### **2.6.1.2. Diş Hekimi Kontrolünde Evde Uygulanan Ağartma Yöntemi (Ev Tipi)**

Ev tipi ağartma, hastaya özel hazırlanmış taşıyıcı plaklar içerisinde, klinikte uygulanan ağartma sistemine oranla daha düşük konsantrasyonda ağartıcı ajanlar içeren ve hasta tarafından evde uygulanan bir ağartma yöntemidir. Ev tipi vital diş ağartma yöntemi ilk olarak Haywood ve Heymann tarafından 1989 yılında tanımlanmıştır (38). Vital ağartma tekniği veya matriks ağartması olarak da adlandırılır. Başlangıçta jel şeklindeki ağartıcı materyalin bir gece koruyucu plak yardımıyla ev ortamında hastanın kendisi tarafından uygulanması nedeniyle 'Nightguard' olarak adlandırılan yöntem, daha sonra uygulamanın hastanın her boş zamanında yapılabilmesi nedeniyle evde ağartma adını almıştır (7).

Günümüzde piyasada bulunan ev tipi ağartma maddelerinin uygulama süreleri ve konsantrasyonları çeşitlilik göstermektedir. Sadece karbamid peroksit değil hidrojen peroksit içeren ürünler de mevcuttur. İçerdikleri karbamid peroksitin konsantrasyonu % 10-15 olanlar olduğu gibi % 20-30 arasında değişen yüksek konsantrasyonlarda olan kitler de bulunmaktadır. Ağartma maddelerinin yoğunluklarındaki bu artış uygulama sürelerinde kısaltmaya neden olmuştur. Düşük konsantrasyonlu ev tipi ağartma jellerinde bu süre günlük 8 saate kadar çıkarken, yüksek konsantrasyonlu ev tipi ağartma jellerinin günlük uygulama süreleri 30

dakika ile 2 saat arasında değişmektedir. Bu durum hastalar için kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Aynı zamanda toplam tedavi süresini birkaç haftaya indirmiştir. Ancak maddelerin yoğunluklarındaki bu artış dişlerdeki duyarlılığın şiddetinde ve artışa neden olabilmektedir (47).

Evde uygulanan ağartma tedavisinin; farklı konsantrasyonlarda peroksit kullanılabilmesi, uygulama kolaylığı, yan etkilerin azlığı ve maliyetinin düşük olması gibi avantajları bulunmaktadır. Dezavantajları ise uzun tedavi süresi, yumuşak dokularda irritasyonların oluşması ve hastanın uygulama yetersizliğine bağlı yetersiz ağartma oluşabilmesidir. (7, 47).

Son zamanlarda hastalar tarafından çok sık tercih edilen ve bazı ülkelerde reçetesiz alınıp evde uygulanabilen vital ağartma tedavi seçenekleri geliştirilmiştir (48). Çok değişik uygulama şekilleri ve değişik ağartma maddeleri içeren bu ürünler 'Over The Counter' (OTC) olarak adlandırılmaktadır. Ağartma bantları, paint-on sistemler, ağartıcı gargaralar ve ağartıcı diş macunları OTC ürünler olarak kabul edilmektedir (7).

Ağartma bantları, % 5,3-14 arası hidrojen peroksit içeren polietilen esaslı materyallerdir. Bantlar; diş fırçalandıktan sonra, hidrojen peroksit içeren pürüzlü yüzeyi diş yüzeyine gelecek şekilde yapıştırılmakta, 2 hafta boyunca günde iki defa 15'er dakika dişlere uygulanmaktadır (7).

Düşük düzeylerde hidrojen peroksit, karbamiit peroksit, sodyum perkarbonat gibi ağartıcı ajanlar içeren paint-on sistemler fırça yardımıyla dişlere uygulanmaktadır. Sadece basit diş kaynaklı renklenmelerde ve ağartma tedavisine destekleyici olarak kullanılmaktadırlar (7).

Ağartıcı diş macunlarında; proteolitik enzimler, peroksit bileşikleri, kalsiyum karbonat, magnezyum karbonat, kalsiyum fosfat, silisyum bileşikleri, sodyum heksametafosfat gibi ağartıcı materyaller içerirler. Sürekli kullanılmaları dişlerde aşınmalara yol açabilmektedir (44).

## 2.6.2. Devital Dişlerde Ağartma Yöntemleri

Devital dişlerde kök-kanal tedavisi tamamlandıktan sonra pulpa odasına ağartma ajanı yerleştirilerek uygulanan ağartma yöntemidir. Ağartma ajanının yerleştirildiği bölge nedeniyle bu yöntem intrakoronel veya kron içi ağartma olarak da adlandırılmaktadır (28). Devital dişlerde görülen renk değişiminin sebebi kök kanal tedavisinden önce travma nedeni ile meydana gelen kanamanın dentine geçişi olabildiği gibi, kök kanal tedavisi sırasında bırakılan artık pulpa dokularının veya kullanılan restoratif materyallerin ve simanların renklenmesi olabilmektedir (50).

Devital ağartma yöntemleri arasında en eski olanı 'walking bleach' yöntemi olup bunun dışında internal ve eksternal uygulamaların birlikte yapıldığı 'inside/outside teknik' ve sadece ofis tipi ağartma yöntemi kullanılmaktadır (7).

## 2.7 Ağartma Tedavisinin Yan Etkileri

Ağartma tedavisinin periodontal dokular, pulpa, diş sert dokuları, restoratif materyaller ve adezyon üzerine önemli yan etkileri bulunmaktadır (2).

### 2.7.1 Periodontal Dokular Üzerindeki Etkileri

Ağartma tedavisi sırasında dikkat edilmesi gereken bir konu da dişeti izolasyonudur. Diş etini izole etmek için kullanılan rubber dam gibi materyaller mekanik irritasyona neden olabilmektedir. Dişeti bariyerinin yeterli yapılmadığı bölgelerden sızan ağartma ajanları dokulara kimyasal zararlar verebilmektedir (51). %10 karbamit peroksitin ev tipi ağartma yöntemi olarak uygulandığı bazı klinik

araştırmalarda hastaların %25-40'ında gingival iritasyon görölmektedir (52). Diğer taraftan 14 gün boyunca uygulanan %10 karbomit peroksitin gingival sıvı akışını, sondlama derinliğini, gingival çekilmeyi, kanama indeksini ve plak indeksini değiştirmediği de gösterilmiştir (53).

Yüksek konsantrasyonda hidrojen peroksitin (%30-35) mukoz membranlara yakıcı (kostik) etki yapabileceği ve dişetinde yanıklara ve renk değişikliklerine sebep olabileceği bildirilmiştir (54). Hidrojen peroksitin periodontal dokulara etkisi üzerine yapılan bir hayvan deneyi, % 1'lik hidrojen peroksitin 48 saat boyunca epitele teması sonucu subepiteyal bağlayıcı dokuda epitelyal hasarın ve akut enflamasyonun olduğunu göstermiştir (54).

Hidrojen peroksitin % 35 gibi yüksek konsantrasyonlarının yumuşak dokuda hasara sebep olmakta, etkilenen alanda beyaz bir lezyonla beliren değişim ise kısa sürede ortadan kalkmakta ve kalıcı bir hasar oluşturmamaktadır. Gingival bariyer; rubber dam gibi lateks örtü ve tutucuları olacağı gibi, rezin içerikli (UDMA+TEGDMA) ve ışıkla sertleşen bir materyalin tüm diş etinin ve sulkusun da dahil olmak üzere tamamen kapatılması ile de olabilmektedir (52).

### **2.7.2. Pulpa Üzerine Etkileri**

Hidrojen peroksidin çekilmiş dişlerde yapılan penetrasyon çalışmalarında moleküllerin mine ve dentinden pulpa odasına ulaştığı gösterilmiştir (36). Hidrojen peroksitin parçalanması sonucu açığa çıkan serbest radikaller, mine ve dentinin organik yapısı içerisine diffüze olabilmektedirler (7). Hidrojen peroksit pulpa enzimlerine etki ederek duyarlılığa sebep olmakta ve hücrelerde dejenerasyona neden olmaktadır (36).

Histolojik olarak insan pulpası; % 10 karbomit peroksite lokalize, şiddeti hafiften orta düzeye kadar değişebilen inflamasyonla cevap vermektedir. % 10 karbomit peroksit ile dört hafta boyunca tedavi edilen 28 hastanın pulpal sağlıklarının

incelendiği bir çalışmada dijital pulpa testleri kullanılmış, deney ve kontrol grubunun pulpal cevapları arasında istatistiksel farklılıklar bulunmamıştır. 4 hasta duyarlılık nedeniyle tedavilerini yarıda bırakmış fakat duyarlılık, tedavilerin kesilmesinden sonra ortadan kalkmıştır (55).

Dental pulpa inflamasyonunda rol oynayan nöral ve vasküler reaksiyonlar bulunmaktadır. Substance P; vazodilatasyon yaparak, pulpal kan akımını artırarak ve enflamasyon hücrelerini pulpaya çekerek pulpal enflamasyonda rol oynayan çok önemli bir nropeptittir. Ağartma ajanlarının etkisiyle oluşan radikaller, Substance P'yi aktive ederek enflamasyon, hassasiyet gibi reaksiyonların oluşumuna neden olmaktadırlar (56).

Ağartma işlemi öncesi diş hassasiyeti hikayesi olan hastaların bu işlem sonrası diş duyarlılığına maruz kalma riski daha yüksek olduğu için tedaviye karar verilmeden önce mevcut durumun değerlendirilmesi önerilmiştir. Pulpal dokular vital ağartma yöntemlerinden etkilenmekte fakat bu etkiler geri dönebilmektedir (57).

Ağartma tedavisi sırasında; halojen, ultraviolet ve laser (CO<sub>2</sub>, argon) gibi ışık kaynakları kullanılmaktadır. Bu ışık kaynakları dişlerde ısı artışına neden olmaktadır (17). Ağartma işlemi sırasında aşırı ısı artışının pulpa nekrozu ile sonuçlanabileceği bilinmektedir. Bununla birlikte, pulpanın sıcaklığının 5°C artmasının bile pulpada geri dnşsmsz hasarlara yol açabileceği belirtilmiştir (58).

### **2.7.3. Diş Sert Dokuları zerine Etkileri**

Karbamit peroksit içeren ağartma ajanının, minenin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde oluşturduğu yan etkileri farklı metotlar kullanılarak araştırılmıştır. Bunlar SEM analizi, profilometre analizi, mikro sertlik ve aşınma direnci testleri, kalsiyum kaybının ölçümü ve infrared absorpsiyon spektroskopisidir (59).

Minenin mineral içeriğinin araştırılması için birçok farklı teknik bulunmasına rağmen, ağartma ajanlarının olası demineralizasyon etkisini araştırmak için mikro sertlik testleri en çok tercih edilen metot olmuştur. Fakat bu metodun mine örneklerini deforme edici etkisi vardır. Örnekler üzerinde yıkıcı etkisi olmayan mikrokompüterize tomografi ölçüm metodunun kullanıldığı bir çalışmada, %10 karbamid peroksit içeren ağartma ajanının 2 hafta boyunca mine yüzeyine uygulanması sonucu yüzeyden 50 µm derinlikte demineralizasyon gözlemlenmiştir (60).

Hidrojen peroksitin %35'lik konsantrasyonu kullanıldığında dişin tüm sert dokularında kalsiyum ve fosfat oranının belirgin bir derecede düştüğü gösterilmiştir (61). Karbamid peroksitin % 10'luk ve hidrojen peroksitin % 30'luk konsantrasyonlarında dentinde anlamlı bir fark oluşmamaktadır (62). Ayrıca minedeki kalsiyum kaybının, asitli içecekler tüketilirken 2-5 dakikada oluşan mineral kaybı ile eşit ve klinik olarak önemsizdir (62).

Ağartma sonrasında dentinin kimyasal yapısında meydana gelen değişim dentinin organik içeriğindeki değişiminden dolayı olmaktadır. Bir saat %30'luk hidrojen peroksit maruz kalan dentinde, intertübüler alanda demineralizasyon, sertlikte ve elastiklik modülünde azalma oluşmaktadır (63).

%10 karbamid peroksit ile ağartma/remineralizasyon döngüleri sonucunda, minenin mikrosertliğinin azaldığı ancak minenin remineralizasyon kapasitesinin artırıldığı ve florid uygulamaları ile mine yüzey mikro sertliğinin başlangıçtaki düzeyine dönmektedir. Minenin ağartma ajanı uygulama sonrası azalan mikrosertliği, kısa zamanda remineralizasyon periyoduyla başlangıç değerlerine dönebilmektedir. Ağartma sonrası bölgesel florid uygulaması mineral kaybını önemli derecede azaltmaktadır (64).

Karbamid peroksit uygulanmış mine yüzeyleri ile ilgili yapılan taramalı elektron mikroskopu çalışması ile mine morfolojisinde hiçbir değişim izlenmediği veya çok az değişim izlendiği gösterilmiştir. Görülen en belirgin değişim ise yüzeysel çöküntü, minede sığ çukurlar, artmış porozite, hafif erozyon ve mine prizma periferinde demineralizasyondur (65).

#### 2.7.4. Restoratif Materyaller Üzerine Etkileri

Ağartma ajanlarının kompozit rezinler üzerindeki etkileri, birçok çalışmada incelenmiştir. Ağartma tedavisi sonrası kompozit rezinde meydana gelen renk değişikliğini kolorimetre ile değerlendiren bir çalışmada %10 karbamit peroksit jelin kompozit rezinlerin rengini ağarttığı bildirilmiştir (66). Benzer bir çalışmada renk değişimi spektrofotometre ile ölçülmüş ve hem %10 karbamit peroksidin hem de % 6.5 hidrojen peroksitin farklı kompozit rezinlerin rengini ağarttığı bildirilmiştir (67).

Ağartma ajanlarının uygulanması sonucu oluşan poroziteler ve çatlaklar rezin bazlı materyallerin polimer matris yapısında bozunmalara neden olur. Oksidasyona neden olan bu ajanlar, rezin matrisin su emilimini artırır ve yüzey sertliğindeki azalma ile yüzeyden doldurucu partikül kayıplarına neden olur (68). Ağartma işlemi sonrasında kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünün arttığı ve restorasyonun kolaylıkla renklenebileceği bildirilmiştir (10).

Taramalı elektron mikroskobu ile yapılan bir çalışmada, %10-16'lık karbamit peroksidin kompozit rezinin yüzey pürüzlülüğü değerlerinde az fakat istatistiksel olarak anlamlı bir artışa neden olduğu ve mikrofil ile hibrit kompozitlerde poroziteler oluşturduğu saptanmıştır (10). Bir çalışmada, mikrofil kompozitlere %10 karbamit peroksidin 4 hafta uygulandığında yüzeyde çatlaklar oluştuğu gözlemlenmiştir (69).

Ağartma uygulanmış kompozit yüzeylerinde oluşan yüzey değişikliği bölgelerine tükürük proteinleri tutunmakta ve Streptococcus mutans, Streptococcus sobrinus gibi bakterilerin yüzeye yapışmasını arttırmaktadır (70).

Amalgam restorasyonlar üzerine yapılan bir çalışmada, kullanılan üç farklı karbamit peroksit solüsyonunda belli oranlarda civa salımına neden olduğu rapor edilmiştir. Farklı amalgam ve ağartma ajanı kombinasyonuna göre yüzeyden salınan civa miktarının değiştiği söylenebilir (71).

### 2.7.5. Adezyona Etkileri

Dişlere uygulanan kompozit rezin restorasyonların arayüzlerinde oluşabilecek defektler yüksek oranda mikrosızıntıya neden olmaktadır. Mikrosızıntıya sonrası marjinlerde meydana gelen renklemeler; hem sızıntı hem de estetik açısından restorasyonun yenilenmesini gerektiren bir durumdur (72). Çalışmalar, ağartma ajanlarının mine dolgu arayüzünde mikrosızıntıya neden olacak aralıkların oluşumunda etkili olduğunu göstermiştir. Bu çalışmalar; karbamid peroksit içerikli ağartma jellerinin kullanımında (ev tipi ağartma), yüksek konsantrasyonlu hidrojen peroksit içerikli ağartma jellerinin (ofis tipi ağartma) kullanımına oranla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha az mikrosızıntı olduğunu göstermektedir (73).

Peroksit içeren ağartma ajanları (hidrojen peroksit, karbamid peroksit, sodyum perborat, sodyum perkarbonat) aktif hale geldiklerinde redüksiyona (indirgenme) uğrayarak negatif değerliğe sahip hidroksil ( $\text{OH}^-$ ), perhidroksil ( $\text{HOO}^\cdot$ ), süperoksit ( $\text{OO}^\cdot$ ) gibi aşırı reaktif ve molekül ağırlığı çok düşük olan serbest radikallerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Açığa çıkan serbest radikallerin, reaksiyona girerek kararlı hale gelmeleri gerekmektedir. Bu serbest radikaller; diş dokularına, restorasyon materyallerine sahip oldukları düşük molekül ağırlıkları sayesinde kolaylıkla diffüze olabilirler. Bu difüzyon sonucu diş sert dokularına, kompozit rezine ve ikisi arasındaki bağlanmaya zarar verebilirler (74).

Redüksiyon reaksiyonu sonrasında oluşan serbest radikallerin adezive verdiği zararlardan birisi, ağartma ajanının sahip olduğu asiditenin hibrit tabakada oluşturduğu erozyondur. Bu eroziv bölgeler düşük molekül ağırlıklı serbest radikallerin geçişine olanak sağlayarak hibrit tabakasının bozulmasına neden olmaktadır (2). Özellikle hidrojen peroksit içeren ağartma ajanlarında, hidrojen peroksitin parçalanarak aktif hale gelebilmesi için düşük çevre enerjisine ihtiyacı vardır. Alkali veya nötral çevrede hidrojen peroksit, çevre enerjisi düşük olduğu için hızlıca aktifleşir. Peroksit bileşiklerinin etkinliklerinin pH 9.5-10.8'de en yüksek düzeyde olduğu bildirilmiştir (2). Bunun yanında ağartma ajanının pH'nın düşük olması, hidrojen peroksitin raf ömrünün daha uzun olmasını ve daha stabil olmasını sağlayarak ağartma işleminin etkisini arttırmaktadır. Reaksiyona giremeyerek



kararlı hale gelemeyen ve diş dokularında biriken serbest oksijen radikalleri ise oluşacak herhangi bir polimerizasyonu engelleyerek adezyona indirekt etki etmektedir (2).

Restorasyon aşamasında, adeziv rezinlerin polimerizasyonu sırasında, içeriğindeki hidrofilik komponentleri ve dentinal sıvı akışından dolayı, su absorbe ederek boşluk ve su kabarcıklarının olduğu zayıf bağlantı alanları oluştururlar (74). Bu zayıf bağlantı bölgelerine düşük molekül ağırlığına sahip oksijen radikalleri penetre olurlar ve polimerize olmayan monomerlerin çift bağlarına bağlanarak veya ester gruplarıyla etkileşime girerek adeziv arayüzde yıkım oluştururlar. Bu etki kompozit polimer matrikste de bu şekilde meydana gelmektedir (75).

Bununla birlikte, peroksit içeren ağartma ajanlarının meydana getirdiği bu serbest radikaller, hem kompozit hem de adeziv rezin içerisinde bulunan akrilat ve metakrilat monomerleri arasındaki bağları inhibe ederek diş dokuları ve restorasyon materyalleri arasında oluşan bağlanmayı direkt olarak etkilemektedir (3, 76).

Ağartma ajanlarından açığa çıkan serbest radikallerin ( $\text{OH}^\cdot$ ,  $\text{HOO}^\cdot$ ,  $\text{OO}^\cdot$ ) oksidasyon reaksiyonu sonrası, rezidüel oksijen molekülleri düşük molekül ağırlıkları sayesinde interprizmatik boşluklara girmektedirler. Diffüze olan serbest radikaller oksidatif stres oluşturarak adezivin arayüzde yayılmasını engellemektedir. Böylece rezinin daha granüler, porözlü ve boşluklu yapıda olmasına sebep olurlar. Tedavinin üzerinden zaman geçmesi ve yüzey antioksidanı uygulanması gibi işlemler peroksitlerin yüzeyden uzaklaşmasını sağlayarak bağlanma kuvvetini artırır (76).

Çalışmalarda, ağartma işlemi uygulanmış mine ile ağartma işlemi uygulanmamış mineye kompozit rezin uygulamasından sonra elde edilen bağlanma dayanımı değerleri karşılaştırıldığında ağartılmış minedeki değerler daha düşük bulunmuştur (73). Ağartma ajanlarının bu etkiyi, peroksit bileşiklerinin parçalanması sonucu ortaya çıkan ve mineye yerleşen rezidüel oksijenin adeziv rezinlerin bağlanmasını etkileyerek meydana getirdiği düşünülmektedir (3).

Düşük bağlanma değeri sonuçlarının bir nedeni de, ağartma işlemi uygulanmamış minedeki rezin tagların sayıca azalmış ve ağartılmamış minedeki rezin taglara göre daha kısa olması olarak gösterilmektedir (73). Doku içerisinde kalmış artık (rezidüel) peroksit veya oksijen, adeziv rezinlerin ve restoratif

materyallerin polimerizasyonunu ve bağlanma dayanımını düşürdüğü rapor edilmiştir (61).

Ofis tipi ağartma ajanı kullanarak yapılan bir çalışmada, ağartma işleminden sonra minenin rezin uzantısı sayısında ve polimerizasyon inhibisyonu nedeni ile bağlanma dayanımı değerlerinde azalma rapor edilmiştir. Bu çalışmada kompozit rezin, mine bağlanma değerlerindeki azalmanın polimerizasyonu da etkileyebilen oksijen salınımı ve birikmesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir (77). Başka bir çalışmada ise, kullanılan ağartma ajanının konsantrasyonu ve tipine bağlı olarak rezin bağlanma kuvvetinin orijinal değerlerin %60-67 altına indiği bildirilmiştir (78).

#### **2.7.6. Ağartma Tedavisinin Toksik Etkileri**

Peroksitlerin ortak özellikleri çeşitli fizyolojik ve patolojik sonuçlara neden olabilen serbest oksijen radikalleri oluşturabilmeleridir. tarafından Proteinlerde, yağlarda ve nükleik asitlerde serbest radikallerin neden olduğu oksidatif reaksiyonlar bildirilmiştir (79).

Hidrojen peroksitin serbest radikaller oluşturduğu ve bu radikallerin karsinojen özelliklerinin olduğu bilinmektedir. Yüksek konsantrasyonlarda, hidrojen peroksit DNA'yı yıkacak kadar mutajeniktir ve proteinleri denature edebilir. Bu olumsuz etkilere karşı vücudun kendi savunma sistemleri mevcuttur ve bu etkilere sürekli maruziyet ve akut yüksek doz durumları dışında tolare edebilir. Ağızdaki etkili savunma sistemi ise tükürük içerisindeki peroksidaz enzimidir (7).

%10'dan daha yüksek konsantrasyonlarda hidrojen peroksit yutulması toksisiteye sebep olabilir. Akut toksisitenin en önemli bulguları şiddetli karın ağrısı, solunum azalması, bilinç kaybı, ağızda köpürme, ateş ve karaciğer hasarıdır (7).

## 2.8. Yüzey Örtücü Ajanlar

Mikrosızıntı; restoratif materyal ve kavite duvarları arasından çeşitli iyon, sıvı, mikroorganizma ve moleküllerin penetrasyonu olarak tanımlanmaktadır (72). Mikrosızıntının rezin restorasyonların başarısızlığında en önde gelen neden olduğu düşünülmektedir (4). Diş ve restorasyon arayüzünde oluşan mikrosızıntıyı en aza indirmek için kompozit rezin restorasyonun tamamlanmasından hemen sonra pit ve fissür örtücü uygulaması, dental adeziv uygulaması ve yüzey örtücü materyallerin uygulaması önerilmiştir (80).

Pit ve fissür örtücülerin ve dental adezivlerin viskozitesi ve ıslatabilirlikleri, restorasyon yapımından sonra arayüzde meydana gelen mikron düzeyindeki boşluklara penetrasyonunu engellemektedir. Bu sebeple, son zamanlarda mikrosızıntıyı engellemek için kullanımları sınırlı hale gelmiştir (6).

Yüzey örtücü veya kapatıcı ajanlar ise, diş sert dokuları ve restorasyon arasında kompozitin polimerizasyon büzülmesine bağlı oluşabilecek boşlukları doldurmak için en son geliştirilen ürünlerdir (5). Yüzey örtücüler, doldurucusuz rezinleri (metakrilat rezinler) veya düşük molekül ağırlıklı monomerleri (UDMA, TEGDMA), bunun yanında fotoinisiyotörleri ve modifikasyonlarını içeren ışıkla polimerize edilebilen materyallerdir (6). Ayrıca son zamanlarda, mekanik özellikleri geliştirmek için bazı yüzey örtüclere doldurucu partiküller de eklenmiştir. Yüzey örtücüler, tamamlanmış restorasyonların marjinal yüzeylerine uygulanır ve bitim, polisaj işlemleri sırasında oluşan yapısal mikro defektlere ve marjinal boşluklara kapiller özelliği sayesinde penetre olarak doldururlar. Düşük viskoziteli yüzey örtücü ajanlar, aşınma direncini artırmak ve restorasyon yüzeyindeki mikro boşluklara nüfuz ederek restorasyon bütünlüğünü artırmak için de kullanılmaktadır (6).

İn vitro çalışmalara göre; düşük vizkozite, yüksek akışkanlık ve yüksek oranda ıslatabilirlik yüzey örtücülerin klinik performansı ve mikrosızıntı alanlarını kapatabilirliği açısından önem taşımaktadır (4, 6). Plak düzeyini azaltarak restorasyonun rengini korumak, yüzey pürüzsüzlüğü sağlayarak restorasyona renklendirici maddelerin bağlanmasını önlemek restorasyonun temizlenebilirliğini

sağlamak ve restorasyonun parlaklığını devam ettirmek yüzey örtücülerin diğer avantajlarıdır (72).

Estetik tedavi amacıyla yapılan ağartma işlemi diş ve restorasyon arasında oluşan adezyona büyük zararlar verebilmektedir (81). Ağartma ajanlarının ortaya çıkardığı serbest radikaller ve oksidatif streslere neden olan oksijen radikalleri, arayüzdeki akrilat ve metakrilat bağlarını kopartarak adezyona geri dönüşü olmayan zararlar vermektedir (76). Ağartma tedavisi sırasında oluşacak oksidatif yıkıma sebep olan düşük molekül ağırlıklı radikallerin diş dokularına ve diş restorasyon arayüzüne penetrasyonunu önlemek amacıyla yüzey örtücüler kullanılabilmektedir (81). Yüzey örtücüler, aşınma direncini ve restorasyon bütünlüğünü artırarak bariyer olarak görev alırken kimyasal etkilerin diş dokularına ve bağlanmaya zarar vermesini önlemektedir (81).

Nanofil rezin bazlı ışıkla sertleşen yüzey örtücüler, cam iyonomer restorasyonların estetik ve fiziksel özelliklerinin geliştirilmesi için koruyucu bir tabaka olarak 2007 yılında geliştirilmiştir (82). Birincil kullanım amaçları, cam iyonomer restorasyonu ilk aşamadaki su kontaminasyonu ve dehidratasyondan korumak, yüzeydeki çatlaklar ile gözenekleri tıkayarak aşınma direnci ve dayanıklılığı arttırmaktır (83). Yüzey örtücü ajanlar, daha sonraları direkt ve indirekt kompozit rezin restorasyonlar, jaket kronlar, venerler ve geçici restorasyonların yüzeyini korumak ve örtmek için de kullanılmaya başlanmıştır (83).

Tek kat ince bir uygulama; restorasyon marjinlerini, restorasyon diş arayüzünü korur, renklenmeyi önler, daha parlak net bir yüzey sağlar ve oksijen inhibisyon tabakasını elimine eder (6). Ayrıca, yüzey pürüzlülüğünü azaltıp ve eğilme ile kırılma direncini arttırmaktadır (84).

Restorasyon ve dişin marjinal yapısı arasındaki arayüzü onarmak için kullanıldığında, dişin marjinal bütünlüğünü sağlayarak estetik bir görünüm kazandırır. Yüzey örtücü ajanlar, nanofil partikülleri sayesinde daha düzgün yüksek aşınma direncine sahip uzun ömürlü bitimler sağlar, abrazyon ve renklenmenin önüne geçtiği bildirilmektedir (85).

Bu monomerler herhangi bir aşındırma ya da adeziv uygulamasına gerek kalmadan tüm yüzeyler ile mükemmel bir bağlantı düşünülmektedir. Nanofil yüzey

örtücüler LED ve Halojen ışık kaynaklarıyla polimerize olmaktadır. Ayrıca hassasiyet giderici ajanlar ve ojenol içerikli restoratif materyaller ile kullanılması yüzeye tutunmasını engelleyebilmektedir (72).

## **2.9. Mikrosızıntı Değerlendirme Yöntemleri**

Diş ile restorasyon kenarlarındaki mikrosızıntının değerlendirilmesinde; boyar maddeler, hava basıncı, bakteriyel sızıntı, rayoaktif izotop, nötron aktivasyon analizi, kimyasal izleyiciler kullanılmaktadır (86).

### **2.9.1. Boya Penetrasyon Yöntemi**

Boya penetrasyon yöntemi mikrosızıntı tespiti için kullanılan en eski yöntemlerden olup, kolay ve basit uygulaması nedeniyle hala yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde, çekilmiş dişlere restorasyon yapıldıktan sonra kök uçları bir rezin materyali ile kapatılır. Diş yüzeyinde restorasyon dışında kalan alanlar bir vernik veya cila ile kaplanır. Hazırlanan örnekler boya solüsyonuna koyularak belli bir süre bekletilir. Daha sonra solüsyondan alınarak yıkanır ve mikroskopta incelenmek amacıyla kesitler alınır (87).

Bu yöntemde boya olarak floresan, akrinin turuncusu, toluidin mavisi, eritrosin, kristal violet, bazik fuksin, gümüş nitrat, anilin mavisi, metilen mavisi ve rodamin B gibi çeşitli solüsyonlar kullanılmaktadır. Bu yöntemde dentin geçirgenliği çok önemlidir. Dentin tübüllerinin çapı ve sayısı pulpaya doğru yaklaştıkça arttığından dolayı boya partiküllerinin çapının tübül çapından daha büyük olması istenmektedir (86).

Kesit alma işleminden dolayı diş örneklerinin zarar görmesi ve tekrar inceleme yapılamaz duruma gelmesi, diş ile restorasyon arayüzünün kısmi bir analizinin gerçekleştirilmesi ve üç boyutlu sızıntının iki boyutlu olarak incelenebilmesi dezavantajlarıdır (86).

### **2.9.2. Hava Basıncı Yöntemi**

Harper tarafından, 1912 yılında geliştirilen yöntemdir. Kök kanalı ve pulpa odası boyunca diş içine basınçlı hava uygulanıp, statik sistem içinde kaybolan basıncın ölçülmemesini esas alan bir sistemdir. Bu ölçüm, uygulanan basınç sonucunda, su altına yerleştirilen restorasyonun kenarlardan hava kabarcıklarının çıkışının mikroskopik olarak incelenmesi yolu ile gerçekleştirilmektedir (88).

Diş örneklerine zarar verilmemesi en önemli avantajıdır. Klinik durumu yansıtmaması ise en önemli dezavantajını oluşturmaktadır. Buna neden olarak, basınçlı havanın restorasyon boyunca geçerken oluşturduğu kurutucu etkinin hesaba katılmaması olduğu bildirilmektedir (88).

### **2.9.3. Radyoizotop Yöntemi**

Radyoaktif izotopların kullanımı, çok küçük miktarlarda sızıntının tespitine olanak sağlamaktadır. En küçük boya partikülü ile karşılaştırıldığında 3 kat daha ince detay vermektedir (88). İncelenecek dişler, birkaç saatliğine izotop solüsyonuna batırılır. Bu amaçla sıklıkla suni olarak üretilen radyoaktif izotoplar ( $I^{131}$ ,  $Ca^{45}$ ,  $Na^{22}$ ,  $C^{14}$ ,  $P^{32}$ ) kullanılmaktadır. Daha sonra solüsyondan çıkarılan örnekler uzun süre yıkamaya tabi tutulduktan sonra kesit alınır. Kesitler fotoğraf filmine aktarılarak izotop varlığı incelenmektedir (88).

#### **2.9.4. Nötron Aktivasyon Analizi**

Restorasyon kenarlarına manganez gibi kimyasal bir işaretleyicinin sızmasına izin vererek bu işaretleyicinin nükleer bir tesiste nötron bombardımanına tutularak dış tarafından emilen manganezin ölçülmesiyle sonuçlandırılır.

Restorasyonun hangi noktada sızdığını ya da restorasyon kenarları haricinde nereden manganez absorpsiyonu olduğu anlaşılabilmesi, pahalı ve karmaşık bir yöntem olması ve radyasyon tehlikesi yaratabilmesi dezavantajlarıdır (89).

#### **2.9.5. Kimyasal İşaretleyicilerin Kullanımı**

Bu metot, iki kimyasal ajanın penetrasyonuna dayanmaktadır. Kimyasal ajan olarak iki renksiz bileşen kullanılmaktadır ve bu bileşenlerin reaksiyona girmesi ile opak bir görüntü elde edilmektedir. İki molekülden sadece küçük olanın penetrasyonu ile görüntü elde edilemez ve sızıntı belirlenemez. Görüntü fotoğraf çekimi ile elde edilmektedir (89).

#### **2.9.6. Bakteriye Yöntem**

Mikrosızıntı çalışmalarında bakteri kullanılması, restore edilmiş dişlerin bakteri kültürü içerisine daldırılması ve diş ile restorasyon ara yüzeyinde bakteri üremesi olup olmadığı esasına dayanan bir yöntemdir. Bakteriler özel yöntemlerle boyandıktan sonra sızıntının derecesi belirlenir. Yöntemin en büyük dezavantajı, elde edilen sonuçların kalitatif olmasıdır. Streptokokus Sangius, Streptokokus Epidermidis, Streptokokus Mutans ve kromopetit floresan pigmenti içerdiği için

izlenmesi kolay olan Pseudomonas Floresans gibi bakteriler sıklıkla kullanılan bakteri türleridir (89).

### **2.9.7. Elektrokimyasal Yöntem**

Bu yöntemde, restorasyonu tamamlanarak tamamen izole edilen diş örneklerinin tabanı ile temas edecek şekilde elektrot görevi görecektir bir levha yerleştirilir. Daha sonra örnekler elektrolit banyosuna daldırılır ve dışarıda bulunan bir güç kaynağına bağlanarak kenar aralığından geçen akım ölçülür (86).

## **2.10. Kenar Uyumu Değerlendirme Yöntemleri**

### **2.10.1. Taramalı Elektron Mikroskobu ile Analiz**

Restorasyon ile diş arasındaki kenar uyumu incelenmesi taramalı elektron mikroskobu ile gerçekleştirilebilmektedir. Bu yöntem, polimerizasyon büzülmesi veya termal ve mekanik etkiler süresince meydana gelen kuvvetlerin mine ve dentin bağlanma dayanımını aştığı durumlarda restorasyon marjinlerinde gözlemlenebilir bir aralık oluşabileceğini göstermektedir (86).

Taramalı elektron mikroskobu kullanımı, yüksek büyütme ve odaklanma yolu ile restoratif materyalin kavite kenarlarına adaptasyonunun direkt göz ile incelenmesine olanak tanımaktadır. Kavite duvarları ile restorasyon arasında oluşan aralıkların uzunluklarının ve çaplarının ölçülmesinde de kullanılmaktadır (90).

Taramalı elektron mikroskobu analizi, epoksi rezin ile replika yöntemi ve örneklerin direkt olarak incelenmesi ile iki şekilde yapılabilmektedir. Epoksi rezin ile replika yönteminde, örneklere zarar vermeden birden fazla kez inceleme



yapılabilmektedir. Ancak hassas ölçümlerin yapılamaması büyük bir dezavantaj yaratmaktadır (86).

### **2.10.2. Mikrotomografi ile Analiz**

Mikrotomografi, X ışını kullanılan üç boyutlu görüntüleme kapasitesi olan yüksek çözünürlükte bilgisayarlı bir sistemdir. Bu sistem ile kompozit rezinlerin kaviteye adaptasyonları ve internal boşlukları görüntülenebilmektedir. İnterfasiyal açıklıkların çizgisel, alansal ve hacimsel ölçümleri elde edilerek tüm kavite kantitatif olarak değerlendirilmektedir. Böylece kavite şekli, konfigürasyon faktörü ve restoratif materyalin tipi gibi parametrelerin karşılaştırılması yapılabilmektedir (86).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Dişlerin Toplanması

Çalışma protokolü Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından ‘İlaç Dışı Çalışmalar’ kategorisinde değerlendirilerek 16.09.2015 tarihinde 203 sayılı karar ile onaylandı. Bu çalışmada kullanılan dişler, Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Kliniğinden toplandı. Çalışmada çürük ve restorasyon içermeyen, florozisi bulunmayan (Thylstrup ve Fejerskov İndeksi, TFI 0), kırık ve çatlağı olmayan ve en fazla 6 ay önce çekilmiş olan 90 adet insan, tek köklü anterior dişi kullanıldı. Dişler, pomza ve polisaj lastiği kullanılarak temizlendikten sonra tüm sert ve yumuşak doku artıkları periodontal küret ile uzaklaştırıldı. Dişler gözle görülmeyen bir çatlak, kırık veya defekt bulundurmaması açısından bir stereomikroskopta X40 büyütmede incelendi. Dişler, oda sıcaklığında % 0.5’lik kloramin-T solüsyonunda (Merck KGaA, Damstadt, Almanya) saklandı.

#### 3.2. Materyal Seçimi

Çalışmanın restorasyon aşamasında; adeziv sistem olarak, iki basamaklı asitlenen ve yıkanan bir adeziv sistem (Prime and Bond NT, Dentsply, York, Pensilvanya, ABD) kompozit rezin olarak ışıkla sertleşen, bir nanofil kompozit rezin materyali (Clearfil Majesty ES-2, Kuraray, Okayama, Japonya) kullanıldı. Tüm örnekler, kompozit rezinin A2 body rengi kullanılarak hazırlandı.

Restorasyonlarda yüzey örtücü olarak, nanofil yüzey örtücü (G-Coat Plus, GC, Tokyo, Japonya) kullanıldı (Tablo 2). Ağartma jeli olarak ev tipi % 10’luk karbamit peroksit (Opalescence PF, Ultradent, South Jordan, UT, ABD) kullanıldı (Resim 1).

**Tablo 2:** Çalışmada kullanılan materyaller, üretici firmaları ve içerikleri

Ticari isim	Üretici firma	Materyal tipi	Lot no	pH	İçerik
Conditioner 36	Dentsply, York, Pensilvanya ABD	Fosforik asit jel	1509000242	< 2	% 36 ortofosforik asit
Prime and Bond NT	Dentsply, York, Pensilvanya ABD	İki basamaklı asitlenen ve yıkayan adeziv sistem	151000296	2.1	Dimetakrilat ve trimetakrilat rezinler, PENTA, silikon dioksit, ketilamin hidroflorid, stabilizatör, fotoinisiatör, aseton
Clearfil Majesty ES-2	Kuraray, Okayama, Japonya	Işıkla sertleşen nanofil kompozit rezin (renk: A2 body)	7U0043	-	Bis-GMA, silanize baryum cam doldurucu, pre-polimerize organik doldurucu, hidrofobik aromatik ve alifatik dimetakrilat, komforokinon
G-Coat Plus	GC, Tokyo, Japonya	Nanofil yüzey örtücü	1308191	-	MMA, fotoinisiatör, fosforik asit ester monomeri, silikon dioksit, bütül hidroksi toluen
Opelescence PF	Ultradent, South Jordan, Utah ABD	Ağartma jeli	BB-XY	6.5	% 10'luk karbomit peroksit, üre, su, gliserin, ksilitol, üre peroksit, karbomer, sodyum hidroksit, potasyum nitrat, koruyucu

**Kısaltmalar:** BisGMA: Bisfenol A diglisidil metakrilat, MMA: Metil metakrilat, PENTA: Dipentaeritritol penta akrilat monofosfat

Kompozit rezin, adeziv rezin ve yüzey örtücülerin polimerizasyon işlemlerinde bir LED ışık kaynağı (D-Light Duo, GC, Tokyo, Japonya) kullanıldı. Bir radyometre (Demetron L.E.D, Kerr, ABD) yardımıyla her çalışma öncesi düzenli kontroller ile cihazın ışık gücünün  $1000 \text{ mW/cm}^2$ 'nin altında olmadığı tespit edildi.



**Resim 1.** Çalışmada kullanılan materyaller. Soldan sağa; Conditioner 36 (Dentsply), Prime and Bond NT (Dentsply), Clearfil Majesty ES-2 (Kuraray), G-Coat Plus (GC), Opelescence PF %10 Karbamid Peroksit (Ultradent)

### 3.3. Ön Çalışma

Kavite preparasyonunda, restorasyonda, mikrosızıntı testinde ve taramalı elektron mikroskopu analizinde meydana gelebilecek araştırmacıya bağlı hataları ve deneyim eksikliğini en aza indirebilmek amacıyla bir ön çalışma yapıldı. Mikrosızıntı testi için üç farklı uygulama, taramalı elektron mikroskopu için iki farklı uygulama test edildi. Bu uygulamalar, (a) aeretör için elmas rond frez ile hazırlanan standart kavite, (b) aeretör için elmas rond ve fissür frez ile hazırlanan standart

kavite, (c) aeretör için elmas fissür frez ve mikromotor için elmas fissür frez ile hazırlanan standart kavite olarak hazırlandı. Bu amaçla; her bir kavite preparasyonu uygulaması için 4 diş olmak üzere toplam 12 dişin bukkal yüzeylerine meziyo-distal genişliği 4 mm, okluzo-gingival genişliği 2.5 mm, derinliği 2 mm olan standart Sınıf V kavite preparasyonu hazırlandı. Tüm kaviteler iki basamaklı asitlenen ve yıkanan adeziv sistem (Prime and Bond NT, Dentsply, York, Pensilvanya, ABD) ve bir nanohibrit kompozit rezin (Clearfil Majesty ES-2, Kuraray, Okayama, Japonya) ile restore edildi. Örneklerin yarısına nanofil yüzey örtücü (G-Coat Plus, GC, Tokyo, Japonya) uygulandı. Örneklerin tümüne 14 gün boyunca günde 8 saat ev tipi bir ağartma ajanı (Opalescence PF, Ultradent, South Jordan, Utah, ABD) ile ağartma işlemi uygulandı.

Restoratif işlemleri ve ağartma prosedürü tamamlanan dişlerin taramalı elektron mikroskopunda incelemek üzere; silikon ölçü materyali (Elite HD, Zhermack, İtalya) ile ölçüleri alınarak epoksi rezin (Epofix, Struers, Danimarka) ile replikaları elde edildi. Elde edilen 12 adet epoksi rezin replika (d) ve 12 adet örnek diş (e) taramalı elektron mikroskopunda incelendi. Direkt yöntem ve replika yöntemi ile elde edilen görüntüler değerlendirildi.

Daha sonra dişler mikrosızıntı testi için gerekli olan boyama prosedürüne tabi tutuldu. Boya uygulamasından sonra dişler yıkandı ve şeffaf akrilik rezine gömülerek su soğutması altında hassas kesme cihazı (Minitom, Struers, Danimarka) ile kesildi. Her dişten üçer kesit elde edildi. Toplam 36 adet kesit, X40 büyütmede bir streomikroskop (S4E, Leica Microsystems, Almanya) ile incelendi.

Ön çalışma sonucunda, uygulanan preparasyon tiplerinden, aeretör için elmas tersine konik ve elmas fissür frez ile daha standart bir kavite preparasyonunun mümkün olduğu ve taramalı elektron mikroskopunda dişlerin direkt yöntem ile incelenmesinin daha kesin sonuçlar vereceği belirlendi.

### 3.4. Kavite Preparasyonu

90 adet dişin, bukkal yzeylerinin orta uğlüsünde, tüm sınırları minede olan mesiyo-distal genişliği 4 mm, gingivo-insizal genişliği 2.5 mm, derinliği 2 mm olan standart Sınıf V kaviteler açıldı. Kavite boyutları bir dijital kumpas (Mitutoyo, Kawasaki, Japonya) ile kontrol edilerek standart hale getirildi. Dişlerin kurvatürlerinden dolayı dijital kumpas kullanımının zor olduğu bölgelerde ölçümler periodontal sond (Hu-friedy, Chicago, ABD) yardımıyla yapıldı. Kaviteler tamamen minede olacak şekilde hazırlandı. Kavite derinliğinin saptanmasında gingival duvar derinliği esas alındı.

Kavite preparasyonu su soğutması altında aeretör için elmas rond frez (Jinme, BR-40S, Shaoyank, Çin) kullanılarak yapıldı. Kavite kenarları aeretör için elmas fissür frez (MDT, 837/012C, Ankara, Türkiye) kullanılarak düzeltildi. Kavite kenarlarına bizotaj yapılmadı (Resim 2). Preparasyonu tamamlanan kavitenin restorasyonu yapıldıktan sonra diğer dişin preparasyonuna geçildi. Frezler her 10 diş preparasyonundan sonra yenisiyle değiştirildi.



**Resim 2.** Standart olarak hazırlanan Sınıf V kavite preparasyonu

### **3.5. Restorasyonların Uygulanması**

Kaviterin restorasyonunda, adeziv sistem olarak iki basamaklı asitlenen ve yıkanan bir adeziv sistem (Prime and Bond NT, Dentsply, York, Pensilvanya, ABD) kullanıldı. Dişler kurutulduktan sonra %36'lık fosforik asit (Conditioner 36, Dentsply, York, Pensilvanya, ABD) mine ve dentin yüzeyine 15 sn boyunca uygulandı. Daha sonra yıkanan kaviterler hava-su spreyi ile hafifçe kurutuldu. Adeziv rezin üretici firma talimatları doğrultusunda mine ve dentine uygulandı, hava-su spreyi ile 5 sn hafifçe hava uygulandı ve 10 sn LED ışık cihazı (D-Light Duo, GC, Tokyo, Japonya) ile polimerize edildi (Tablo 3).

Adeziv uygulamasından sonra bir nanofil kompozit rezin (Clearfil Majesty ES-2, Kuraray, Okayama, Japonya), 1 mm'lik tabakalar halinde bir siman fulvarı ve ağız spatülü yardımı ile kavitelere yerleştirildi ve her tabaka LED ışık cihazı (D-Light Duo, GC, Tokyo, Japonya) ile 40 sn polimerize edilerek restorasyon tamamlandı (Tablo 3). Restorasyonlarda kompozit rezinin A2 body rengi kullanıldı. Bitim ve cila işlemleri için sırasıyla siyah, mor, yeşil ve kırmızı başlıklı diskler (Super-Snap, Shofu, Kyoto, Japonya) ve mikromotor için polisaj lastiği (Clearfil Twist DIA, Kuraray, Okayama, Japonya) ile yapıldı.

Nanofil yüzey örtücü uygulanacak grupta; dişler kurutulduktan sonra %36'lık fosforik asit (Conditioner 36, Dentsply, York, Pensilvanya, ABD) dişin restorasyon bulunan bukkal yüzeyinin tamamına 15 sn boyunca uygulandı. Daha sonra 15 sn su ile yıkandı ve 5 sn kurutuldu. Nanofil yüzey örtücü (G-Coat Plus, GC, Tokyo, Japonya) tek tabaka halinde restorasyon ve dişin bukkal yüzeyine uygulandı ve 20 sn LED ışık cihazı (D-Light Duo, GC, Tokyo, Japonya) ile polimerize edildi (Tablo 3).

### **3.6. Ağartma Jelinin Uygulanması**

Ağartma uygulanacak gruplardaki dişlere, ağartma jelinin uygulanabilmesi için şeffaf plaklar hazırlandı. Bu amaçla; fantom çenelerin ön bölgesine ağartma

**Tablo 3:** Çalışmada kullanılan materyallerin uygulama şekilleri

Materyal	Uygulama şekli
Prime and Bond NT	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Mine ve dentin %36'lık fosforik asit ile 15 sn asitlendi, yıkandı ve nemli bağlanma olabilmesi için tamamen kurutulmadı.</li><li>2. Adeziv hafif nemli yüzeye 20 sn boyunca uygulandı.</li><li>3. Adezivin tüm yüzeylere homojen bir şekilde dağılabilmesi için 10 sn boyunca hafif hava uygulandı.</li><li>4. Led ışık kaynağı ile 10 sn ışık uygulayarak polimerize edildi.</li></ol>
Clearfil Majesty ES-2	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ağız spatülü ve fulvar yardımı ile 1 mm'lik tabakalar halinde uygulandı.</li><li>2. Led ışık kaynağı ile 40 sn ışık uygulayarak polimerize edildi.</li></ol>
G-Coat Plus	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Restorasyon ve marjinleri %36'lık fosforik asit ile asitlendi, yıkandı ve hafif hava uygulandı.</li><li>2. Yüzey örtücü tek kat olacak şekilde restorasyonun tüm yüzeyine uygulandı.</li><li>3. Led ışık kaynağı ile 20 sn ışık uygulayarak polimerize edildi.</li></ol>
Opelescence PF	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Dişlerin üzerindeki eklentiler temizlendi.</li><li>2. Dişlerden fantom çeneler yardımıyla ölçü alınarak ağartma plakları hazırlandı.</li><li>3. Özel hazırlanmış ağartma plağının rezervuar kısımlarını dolduracak şekilde jel uygulandı.</li><li>4. 14 gün boyunca, günde 8 sa ağartma uygulandı.</li><li>5. Her gün 8 sa'lik döngüler sonunda dişler ve ağartma plağı bol su ile yıkandı.</li><li>6. Dişler ağartma işleminin uygulanmadığı zamanlarda distile suda bekletildi.</li></ol>



uygulanacak dişler yerleştirilerek sabitlendi. Bu bölgeden aljinat esaslı ölçü materyali (Zetalgin, Zhermack, İtalya) ile ölçü alındı. Alınan ölçülerden sert alçı ile model elde edildi. Hazırlanan modellerden, şeffaf baz plakların soğuk kompreslenmesi ile ağartma plakları hazırlandı (Resim 3).

Hazırlanan ağartma plaklarına yerleştirilen dişlere günde 8 saat ve 14 gün boyunca ağartma işlemi uygulandı. Günlük ağartma işleminin sonrasında dişlerin ve ağartma plağının üzerindeki ağartma jeli tamamen temizlendi ve tekrar ağartma jeli uygulanana kadar dişler oda sıcaklığında distile suda bekletildi (Tablo 3).



**Resim 3.** Ağartma plağında ev tipi ağartma jeli uygulanmış örnekler

### 3.7. Çalışma Gruplarının Oluşturulması

Restorasyonu tamamlanan 90 adet diş, ağartma prosedürüne göre rastgele 3 gruba ayrıldı (n=30) (Tablo 4):

**Grup 1:** Restorasyonu tamamlanmış 30 adet dişe hiçbir işlem uygulanmadı. Dişler bir hafta oda sıcaklığında distile suda bekletildikten sonra kenar uyumu ve mikrosızıntı testleri uygulandı.

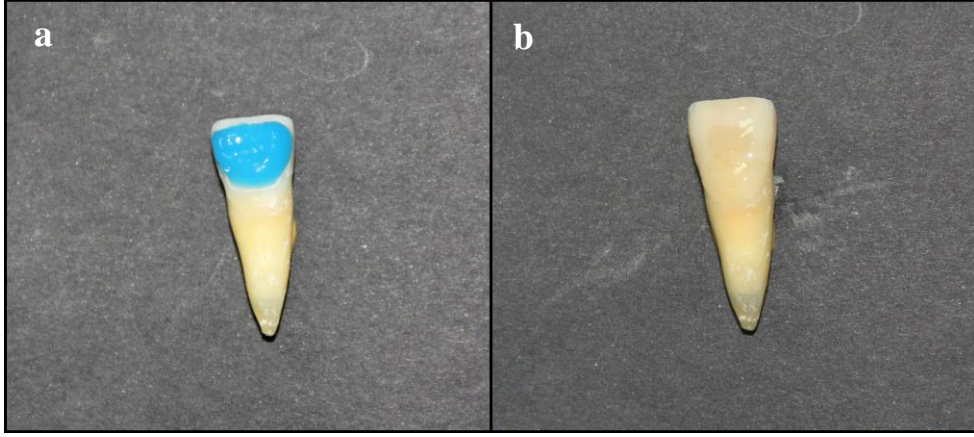
**Grup 2:** Restorasyonu tamamlanmış 30 adet dişe yüzey örtücü uygulanmadan, özel hazırlanmış ağartma plağının rezervuar kısımlarını dolduracak şekilde jel uygulandı. Her gün 8 saatlik ağartmanın sonunda dişler ve ağartma plağı

bol su ile yıkandı ve 14 gün boyunca günde 8 saat %10'luk Opelescence PF ile ağartma uygulandı. Dişler ağartma işleminin uygulanmadığı zamanlarda oda sıcaklığında distile suda bekletildi.

**Grup 3:** Restorasyonu tamamlanmış 30 adet dişte, restorasyon marjinleri %36'luk fosforik asit ile asitlendi, yıkandı ve hafif hava uygulandı. Yüzey örtücü G-Coat Plus tek kat olacak şekilde restorasyonun tüm yüzeyine uygulandı (Resim 4). Led ışık kaynağı (D-Light Duo, GC, Tokyo, Japonya) ile 20 sn polimerize edildi. Özel hazırlanmış ağartma plağının rezervuar kısımlarını dolduracak şekilde jel uygulandı. Her gün 8 saatlik ağartmanın sonunda dişler ve ağartma plağı bol su ile yıkandı ve 14 gün boyunca günde 8 saat %10'luk Opelescence PF ile ağartma uygulandı. Dişler ağartma işleminin uygulanmadığı zamanlarda oda sıcaklığında distile suda bekletildi.

**Tablo 4:** Çalışmada belirlenen test grupları

Grup	n	Kullanılan materyal	Açıklama
<b>Grup 1</b>	30	Prime and Bond NT+ Clearfil Majesty ES-2	İki basamaklı asitlenen ve yıkanan adeziv sistem + nanohibrit kompozit rezin
<b>Grup 2</b>	30	Prime and Bond NT+ Clearfil Majesty ES-2+ Opelescence PF %10 Karbamid Peroksit	İki basamaklı asitlenen ve yıkanan adeziv sistem + nanohibrit kompozit rezin + ev tipi ağartma
<b>Grup 3</b>	30	Prime and Bond NT+ Clearfil Majesty ES-2+ G-coat Plus+ Opelescence PF %10 Karbamid Peroksit	İki basamaklı asitlenen ve yıkanan adeziv sistem + nanohibrit kompozit rezin + nanofil yüzey örtücü + ev tipi ağartma



**Resim 4.** a: Restorasyonu içeren bukkal yüzeyin tümüne asit uygulanmış örnek; b: G-Coat Plus uygulanarak polimerize edilmiş örnek.

### 3.7. Kenar Uyumunun Morfolojik Olarak İncelenmesi

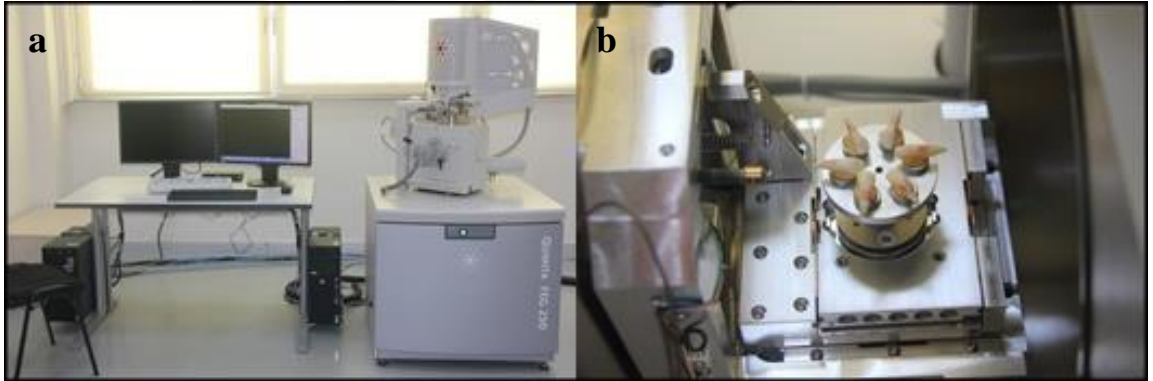
Kenar uyumunun morfolojik olarak değerlendirilmesi, bir taramalı elektron mikroskobu kullanılarak gerçekleştirildi.

#### 3.7.1. Taramalı Elektron Mikroskobu ile Kalitatif Analiz

İncelenecek dişler, silikon esaslı ölçü materyali (Elite HD, Zhermack, İtalya) aracılığı ile numune tutucuya yerleştirildi. Taramalı elektron mikroskobu (Quanta Feg 250, FEI, Hollanda) ile düşük vakum tekniği kullanılarak, 20 kV, 1 mm-100  $\mu$ m çalışma mesafesinde ve X75-X2000 büyütmede örnekler incelenerek, fotoğraf alındı (Resim 5). Tüm kavite kenarları bu fotoğraflar üzerinde Tablo 5’de belirtilen kriterlere göre incelendi (91).

**Tablo 5:** Kenar uyumunun morfolojik olarak değerlendirilmesi için kullanılan kalitatif analiz yöntemine ait skor ve kriterler

Skor	Kriter
1	Restorasyon ile diş sert dokusu arasında devamlılık göstermeyen geçiş, aralık oluşumu gözleniyor
2	Restorasyon ile diş sert dokusu arasında devamlı, düzgün bir geçiş, aralık oluşumu veya düzensizlik gözlenmiyor
3	Restorasyon ile diş sert dokusu arasında tam olarak değerlendirilemeyen geçiş



**Resim 5.** a: Taramalı Elektron Mikroskobu (Quanta Feg 250, FEI, Hollanda); b: Taramalı elektron mikroskobunda haznedeki örnekler

### 3.7.2. Taramalı Elektron Mikroskobu ile Kantitatif Analiz

Kenar uyumunun kantitatif değerlendirmesi için; taramalı elektron mikroskobu üretici firması tarafından sağlanan özel bir yazılım programı (Quanta Feg 250 Software, FEI, Hollanda) ile kavite kenarlarına ait uzunluk ölçümleri yapıldı. Öncelikle kavitenin tüm kenar uzunluklarının toplamı hesaplandı. Daha

sonra restorasyon ile diş sert dokusu arasında devamlılık göstermeyen (skor 1) ve restorasyon ile diş sert dokusu arasında devamlılık gösteren (skor 2) kenarlara ait uzunluk ölçümleri yapıldı. Bu uzunlukların, değerlendirilen tüm kavite kenar uzunluğuna oranı belirlendi ve yüzde olarak hesaplandı.

### **3.8. Mikrosızıntının Değerlendirilmesi**

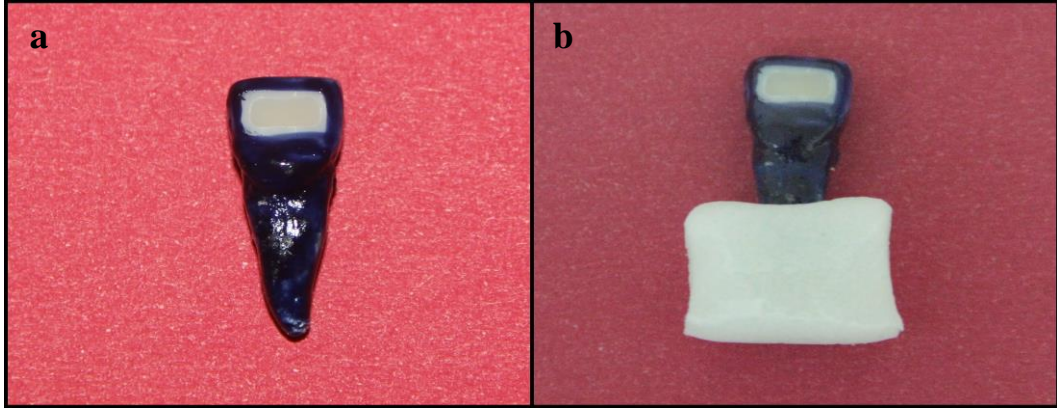
Mikrosızıntının değerlendirilmesi, bazik fuksin ile yapılan boya penetrasyon yöntemi ve stereomikroskopik analiz ile yapıldı.

#### **3.8.1. Örneklerin Hazırlanması**

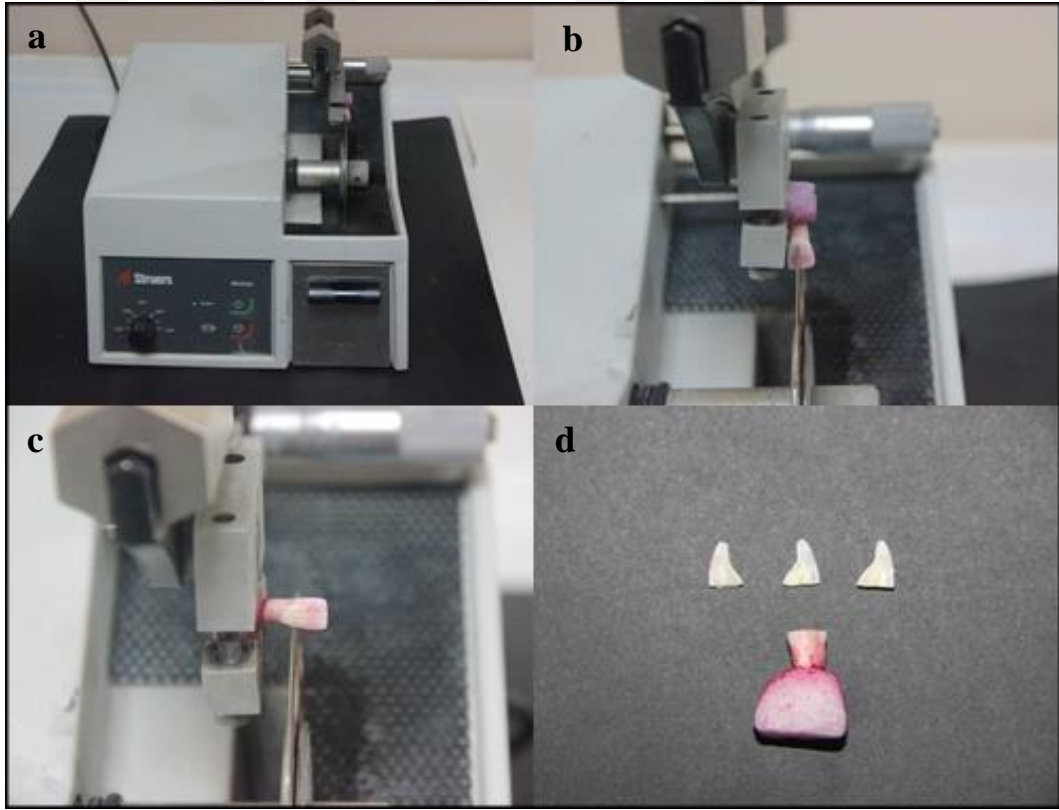
Kompozit restorasyonların marjinine 1 mm uzaklıkta olacak şekilde, tüm yüzey tırnak cilası ile kaplandı. İlk tabakanın kurumasının ardından ikinci kat tırnak cilası (Flormar, Milano, İtalya) uygulandı. Dişlerin apeksinden herhangi bir sızma olmaması için akrilik bloklara gömüldü (Resim 6). Tüm örnekler, % 0.5'lik bazik fuksin solüsyonunda (Merck, Darmstadt, Almanya) 37°C'de etüvde (N500, Nüve, Türkiye) 24 saat süreyle bekletildi. Daha sonra akan su altında yıkandı. Tırnak cilası aseton ile uzaklaştırıldı. Restorasyonlar su soğutması altında düşük devirli bir hassas kesme cihazı (Minitom, Struers, Danimarka) ile bukko-palatinal yönde 3 eşit parçaya kesildi ve stereomikroskopta incelendi (Resim 7).

#### **3.8.2. Stereomikroskop ile Analiz**

Mezihal, orta ve distal olarak elde edilen bukko-lingual kesitler stereomikroskop (S4E, Leica Microsystems, Almanya) ile X40 büyütmede boya



**Resim 6.** a: yüzeyi tırnak cilası ile kapatılmış örnek; b: akrilik blok içine gömülmüş örnek



**Resim 7.** a: Hassas kesme cihazı (Minitom, Struers, Danimarka), b: örnek vertikal kesilmesi, c: örnek horizontal kesilmesi, d: 3 eşit parçaya ayrılmış örnek.

penetrasyonu açısından incelendi. Her kesitten stereomikroskoba ait fotoğraf makinası (D-Lux 3, Leica, Almanya) ile fotoğraf alındı (Resim 8).

Boya penetrasyon dereceleri alınan fotoğraflar üzerinde Tablo 6’da gösterilen kriterlere göre iki farklı araştırmacı tarafından skorlandı (92, 93). Kesitlerin fotoğraflar üzerinde skorlanması her bir araştırmacı tarafından uygulamalar tamamlandıktan hemen sonra ve 1 hafta sonra yapıldı. Araştırmacılar arasında farklı sonuçlar elde edilmesi durumunda, inceleme sırasında tekrar değerlendirme yapılarak fikir birliğine varıldı.



**Resim 8.** Stereomikroskop (S4E, Leica Microsystems, Almanya) ile X40 büyütmede incelenen örnek kesiti.

**Tablo 6.** Kenar uyumunun boya penetrasyon yöntemi ile değerlendirilmesi için kullanılan skor ve kriterler.

Skor	Kriter
0	Sızıntı yok
1	Sızıntı var fakat insizal/gingival duvarın yarısını aşmamış
2	Sızıntı insizal/gingival duvarın tamamında izlenmekte fakat kavite tabanına ulaşmamış
3	Sızıntı insizal/gingival duvarın tabanına ulaşmış

### 3.9. İstatiksel Değerlendirme

Elde edilen veriler SPSS paket programı (Windows, SPSS 23.0) kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirildi. Kenar uyumunun kantitatif değerlendirme sonucu elde edilen verilerin homojenliği Levene testi, normallik dağılımının incelenmesi ise Shapiro-Wilk testi ile kontrol edildi.

Kenar uyumuna ait kantitatif veriler, parametrik testlerin ön Őartlarını sağlamadığı için gruplar arasındaki farklılığın belirlenmesinde parametrik olmayan Bağımsız İki Grup T-Testi kullanıldı.

Mikrosızıntı analizi sonucunda, deney gruplarının Sıra Ortalamaları arasındaki farklılık Kruskal-Wallis testi ile incelendi.

Mikrosızıntı analizi bakımından aynı araştırıcının farklı zamanlarda elde ettiği verilerin uyumluluğu ve iki farklı araştırıcının birbiri arasındaki uyumluluğu Kappa testi ile belirlendi. Tüm testler için anlamlılık düzeyi  $p=0.05$  olarak alındı.



## 4. BULGULAR

### 4.1. Taramalı Elektron Mikroskobu ile Kalitatif Analiz Bulguları

Taramalı elektron mikroskobu analizi sonuçlarına göre; sadece adeziv rezin ve kompozit rezin uygulanan grup (Grup 1) ile adeziv rezin, kompozit rezin ve ağatma ajanı uygulanan grupta (Grup 2), restorasyon ile diş sert dokusu arasında devamlılık göstermeyen kenar (skor 1) ve restorasyon ile diş sert dokusu arasında devamlı düzgün bir geçiş gösteren kenarlara (skor 2) rastlandı. Bu iki grubun 1 ve 2 skorunu alan kavite kenarlarına ait görüntüler Resim 9-10 da gösterilmiştir.

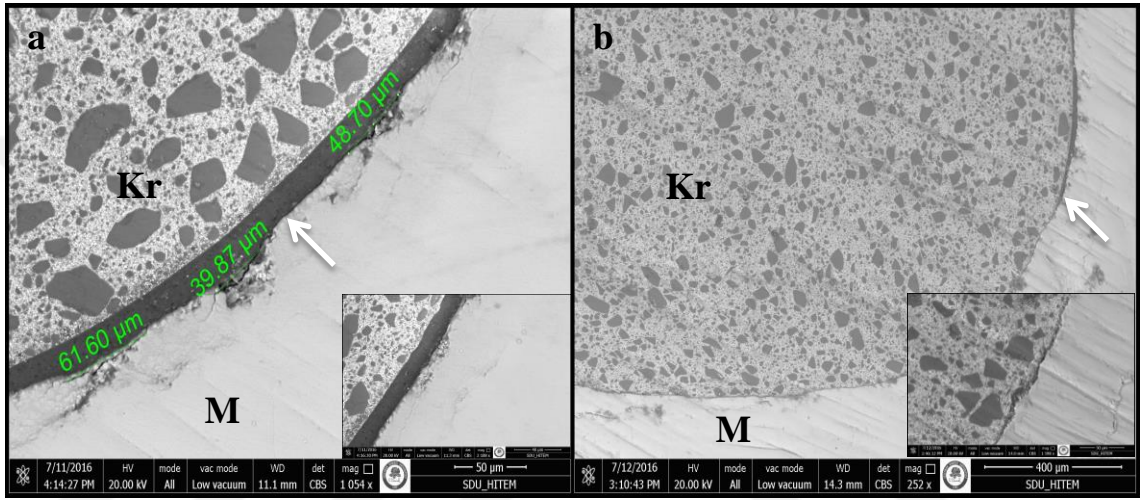
Bununla birlikte, bu iki grupta (Grup 1 ve Grup 2) restorasyon ile diş sert dokusu arasında tam olarak değerlendirilemeyen geçişin gözlemlendiği kenarlara (skor 3) rastlanmadı.

Adeziv rezin, kompozit rezin, ağatma ajanı ve yüzey örtücü kullanılan grupta (Grup 3) ise yüzeyi örtülen örneklerde kavite kenarları izlenemediği için taramalı elektron mikroskobunda değerlendirme yapılamadı (Resim 11).

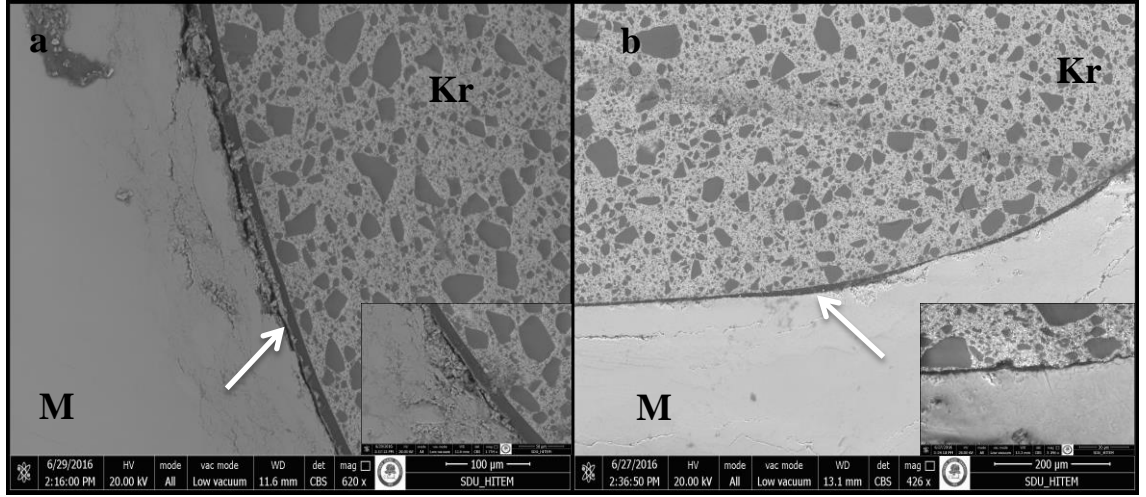
### 4.2. Taramalı Elektron Mikroskobu ile Kantitatif Analiz Bulguları

Taramalı elektron mikroskobu ile kantitatif analiz sonucu tüm deney gruplarına ait, değerlendirilen kenarların uzunluk yüzdelerinin ortalamaları, standart sapmaları, birinci (%25'lik), ikinci (%50'lik, median) ve üçüncü (%75'lik) kartil değerleri Tablo 7'de gösterilmiştir. Buna göre; restorasyon ile diş sert dokusu arasında devamlılık göstermeyen kenar (skor 1) en fazla adeziv rezin, kompozit rezin ve ağatma ajanı uygulanan grupta (Grup 2) gözlemlendi (% n: 12.04). Sadece adeziv rezin ve kompozit rezin uygulanan grupta (Grup 1) ise ağatma ajanı uygulanan gruptan (Grup 2) istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha az devamlılık

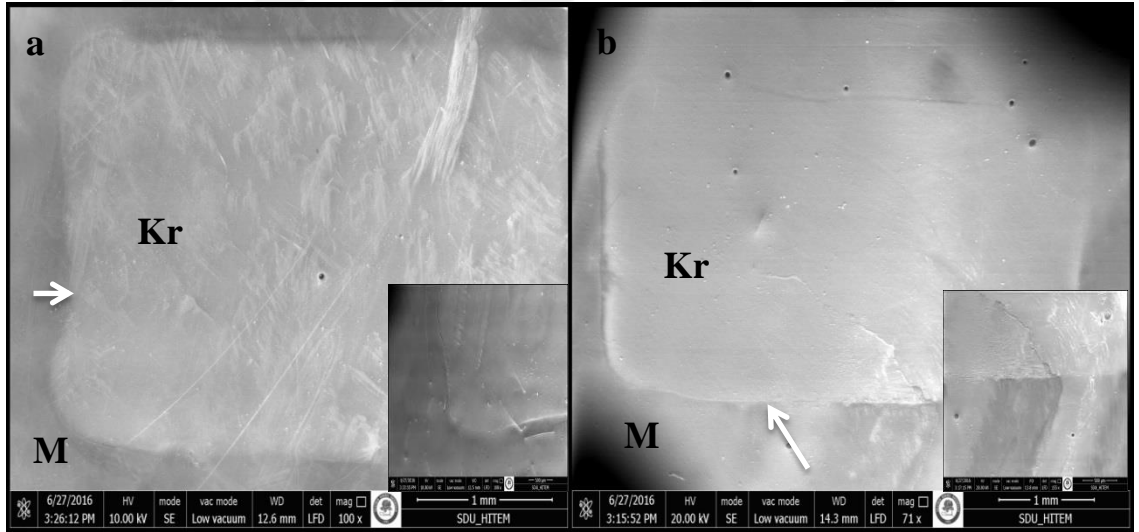
göstermeyen kenar (skor 1) gözlemlendi. Restorasyon ile diş sert dokusu arasında devamlı düzgün bir geçiş gösteren kenar (skor 2) yüzdesinin, ağartma ajanı uygulaması sonrasında (Grup 2) belirgin oranda azaldığı tespit edildi. Bağımsız İki Grup T-Testi, gruplar arasında kenar uyumu kriterleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterdi ( $p=0.00$ ).



**Resim 9.** Adeziv rezin ve kompozit rezin uygulanan gruba ait bir restorasyonun kavite kenarları; **a)** aproksimal bölgede restorasyon ile diş sert dokusu arasında devamlılık göstermeyen kenar görüntüsü, **b)** gingival ve aproksimal bölgelerde restorasyon ile diş sert dokusu arasında devamlı düzgün bir geçiş gösteren kenar görüntüsü. Kr, kompozit rezin; M, mine. Oklar a ve b'de kavite sınırlarındaki aralıkları göstermektedir. Ölçümler aralanmaların uzunluklarını göstermektedir.



**Resim 10.** Adeziv rezin, kompozit rezin ve ağıtma ajanı uygulanan gruba ait bir restorasyonun kavite kenarları; **a)** gingival bölgede restorasyon ile diş sert dokusu arasında devamlılık göstermeyen kenar görüntüsü, **b)** gingival bölgede restorasyon ile diş sert dokusu arasında devamlı düzgün bir geçiş gösteren kenar görüntüsü. Kr, kompozit rezin; M, mine. Oklar a ve b'de kavite sınırlarındaki aralıkları göstermektedir.



**Resim 11.** Adeziv rezin, kompozit rezin, ağıtma ajanı ve yüzey örtücü kullanılan gruba ait bir restorasyonun kavite kenarları; **a)** mezial bölgede yüzey örtücü kullanımına bağlı olarak gözlenemeyen kavite kenar görüntüsü, **b)** aproksimal ve gingival bölgede yüzey örtücü kullanımına bağlı olarak gözlenemeyen kavite kenar görüntüsü. Kr, kompozit rezin; M, mine. Oklar yüzey örtücü altında gözlenen kavitenin sınırlarını

**Tablo 7.** Kompozit rezin restorasyonların kenar uyumu skorlarına ait veriler. Tabloda, değerlendirilen kenarların uzunluk yüzdelerinin ortalamaları ve standart sapmaları gösterilmiştir. %25, %50, %75’lik kartiller parantez içinde verilmiştir.

Test Grupları	N	Skorlar (%)		
		1	2	3
<b>Grup 1</b>	30	4.29±2.6 <sup>a</sup> (1.54/4.27/6.40)	95.70±2.6 <sup>a</sup> (93.59/95.72/98.45)	0.00±0.00 (0/0/0)
<b>Grup 2</b>	30	12.04±6.3 <sup>b</sup> (6.21/11.69/17.26)	87.96±6.3 <sup>b</sup> (82.74/88.31/93.79)	0.00±0.00 (0/0/0)
<b>Grup 3*</b>	30	-	-	-

N; gruptaki toplam kompozit rezin restorasyon sayısı, 1; restorasyon ile diş sert dokusu arasında devamlılık göstermeyen kenar, 2; restorasyon ile diş sert dokusu arasında devamlı düzgün bir geçiş gösteren kenar, 3; restorasyon ile diş sert dokusu arasında tam olarak değerlendirilemeyen geçiş gösteren kenar. Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ( $p < 0.05$ , Bağımsız İki Grup T-Testi).

\* Yüzey örtücü kullanımına bağlı olarak kavite kenarlarının izlenemediği ve taramalı elektron mikroskobunda değerlendirme yapılamayan grup

### 4.3. Mikrosızıntı Testi Bulguları

Mikrosızıntı testi sonrası stereomikroskop ile kesitlerin incelenmesi sonucu, kompozit rezinler ile restore edilen tüm kavitelelerin mikrosızıntı skorlarının dağılımı Tablo 8’de ve Şekil 1’de gösterilmiştir. Buna göre; sızıntı gözlenmeyen (skor:0) kesit sayısının en fazla (n:54) olduğu grup adeziv rezin, kompozit rezin ,yüzey örtücü ve ağartma ajanı uygulanan grup (Grup 3) iken; sızıntı gözlenmeyen (skor:0) kesit sayısının en az (n:0) olduğu grup ise adeziv rezin, kompozit rezin ve ağartma ajanı uygulanan grup (Grup 2) olarak belirlendi. Bu bulgulara paralel olarak sızıntının

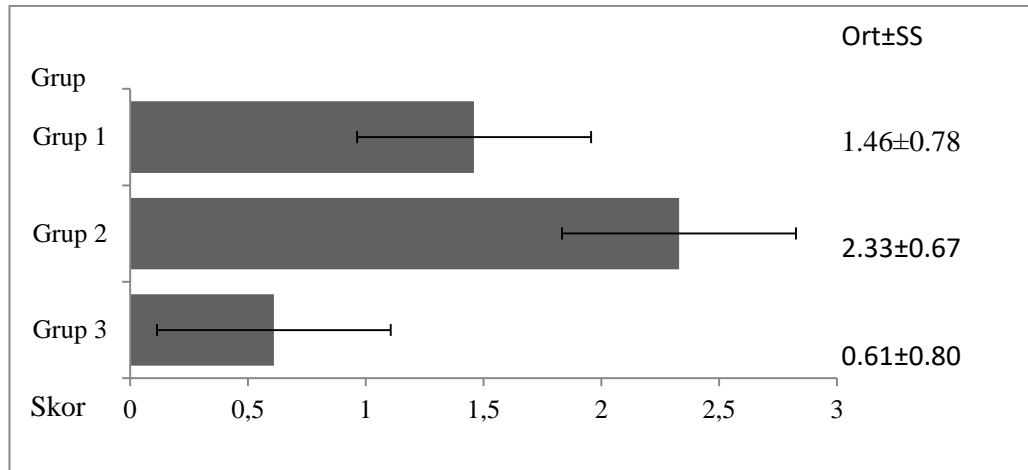
insizal/gingival duvarın tabanına ulaştığı (skor 3) kesit sayısı en fazla (n: 43) adeziv rezin, kompozit rezin ve ağartma ajanı uygulanan grupta (Grup 2) gözlemlendi.

**Tablo 8.** Mikrosızıntı skorlarının gruplara göre dağılımı

Grup	N	0		1		2		3	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Grup 1	90	10	11.1	39	43.3	29	32.2	12	13.3
Grup 2	90	0.0	0.0	10	11.1	37	41.1	43	47.8
Grup 3	90	54	60.0	19	21.1	14	15.6	3	3.3

N; bir gruba ait incelenen toplam kesit sayısı, n; her bir skoru alan kesit sayısı, 0; sızıntı yok, 1; sızıntı var insizal/gingival duvarın yarısını aşmamış, 2; sızıntı insizal/gingival duvarın tabanına kadar ulaşmamış, 3; sızıntı insizal/gingival duvarın tabanına kadar ulaşmış.

**Şekil 1.** Gruplara ait mikrosızıntı skor ortalamaları ,standart sapmaları



Ort; ortalama, SS; standart sapma. Çubuklar standart sapmayı göstermektedir.

Grupların mikrosızıntı değerlerinin Kruskal Wallis testi kullanılarak karşılaştırılması ile elde edilen sonuçlar Tablo 9’da gösterilmiştir. Buna göre, gruplar arasında sadece ağartma yapılan grubun en yüksek mikrosızıntı değerlerini gösterdiği tespit edildi. Mikrosızıntının en az olduğu grup ise yüzey örtücü ve ağartma uygulanan grup olarak belirlendi. Her bir gruba ait mikrosızıntı sonuçları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p=0.00$ ).

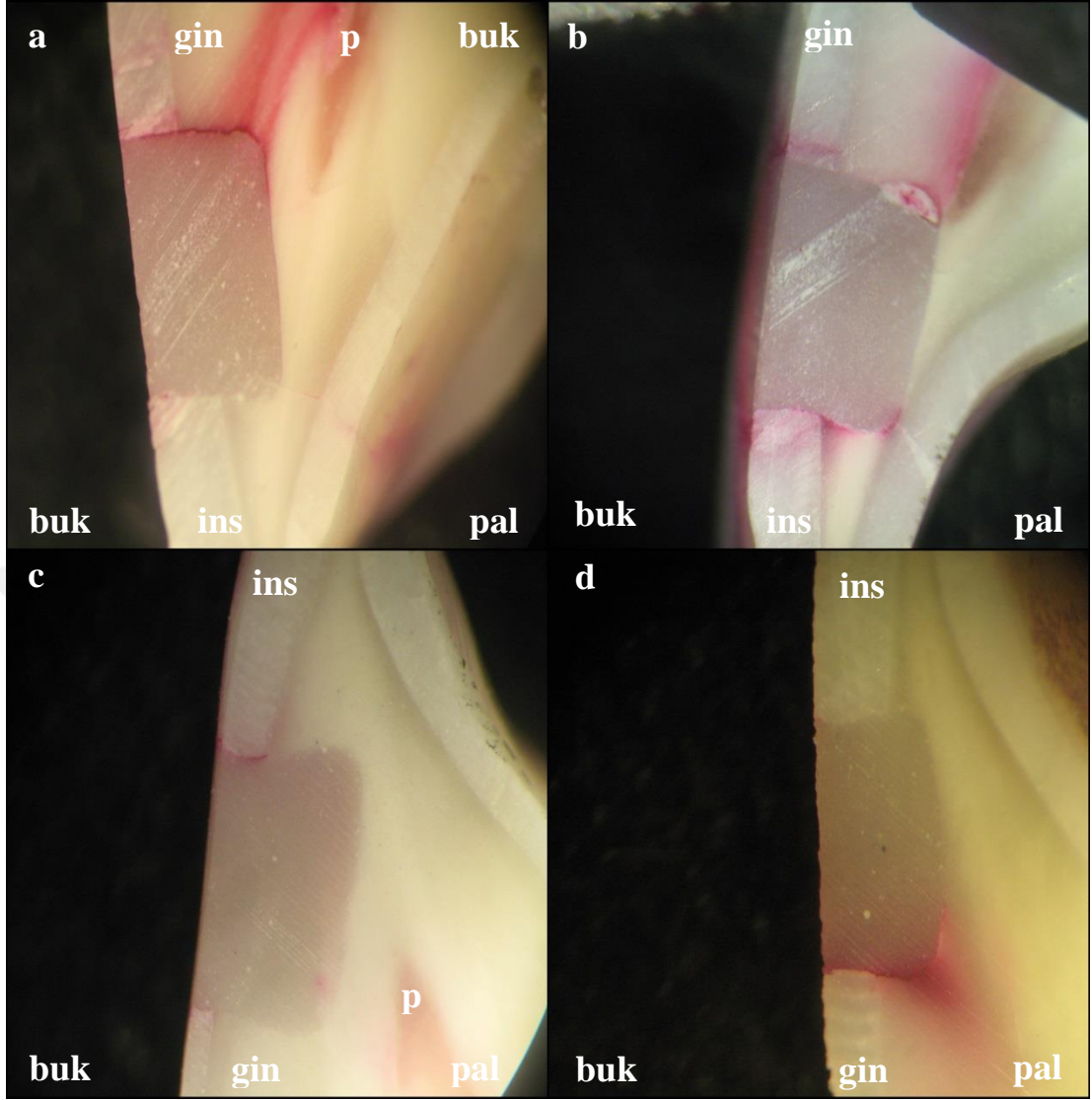
**Tablo 9.** Grupların mikrosızıntı skorlarının Kruskal-Wallis testi değerlendirme sonuçları

Test Grupları	N	Sıra Ortalaması	p	Ki-kare	df
Grup 1	90	134.08 <sup>b</sup>			
Grup 2	90	197.24 <sup>a</sup>	0.00	117,683	2
Grup 3	90	75.18 <sup>c</sup>			

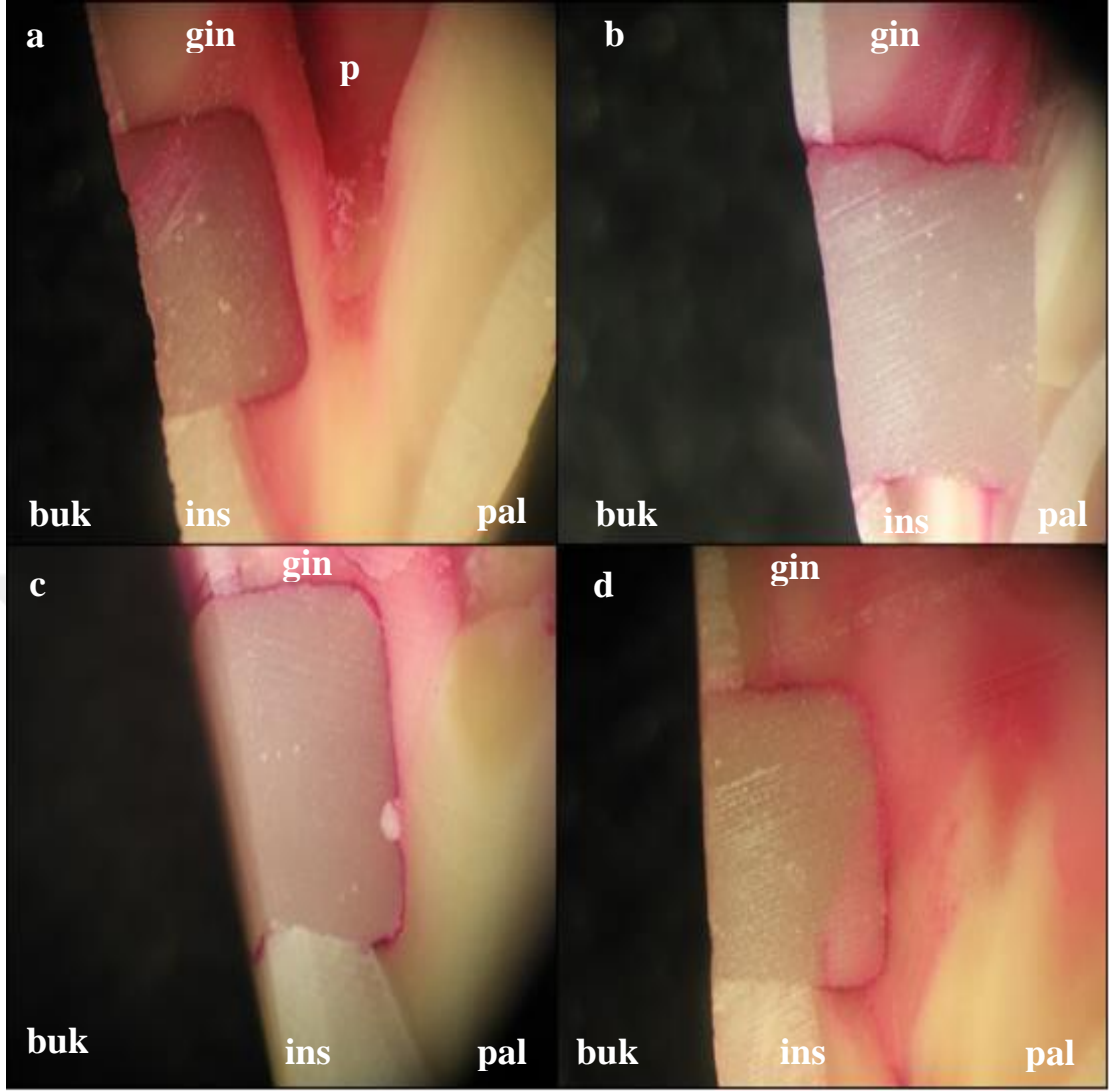
Mikrosızıntı testi sonucunda her bir gruba ait stereomikroskop ile elde edilen görüntüler Resim 12-14’de gösterilmiştir. Her bir örneğin üzerinde restorasyonların insizal ve gingivaldeki kenarlarının mikrosızıntı dereceleri belirtilmiştir.

#### 4.3.1. Gözlemci Uyumunun Değerlendirilmesi

Mikrosızıntı sonuçlarının gözlemci içi ve gözlemciler arasındaki uyumunun değerlendirilmesinde kullanılan Kappa testinde, Landis ve Koch’un (94) Kappa değerlendirme tablosu esas alınmıştır (Tablo 10). Gözlemci içi uyum sonuçları Tablo 11’de, gözlemciler arası uyum sonuçları Tablo 12’de gösterilmiştir. Buna göre, birinci gözlemcinin (A) farklı zamanlarda elde edilen mikrosızıntı sonuçları arasında % 93.6 uyum sağlandığı, ikinci gözlemcinin (B) farklı zamanlarda elde edilen mikrosızıntı sonuçları arasında bu uyumun % 96.6 olduğu tespit edildi. Gözlemciler arasındaki uyumun ise % 89.6 oranında olduğu tespit edildi.

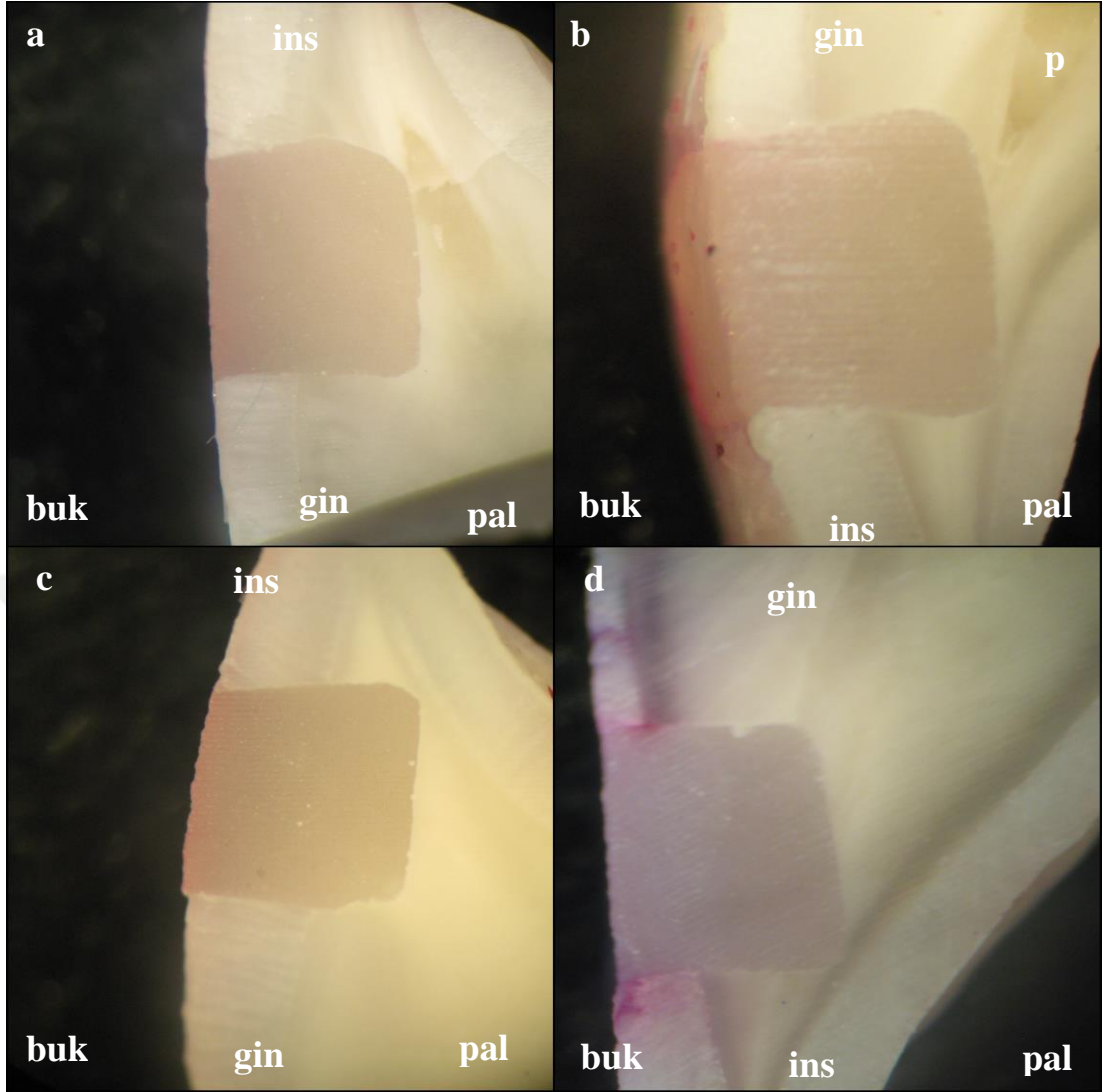


**Resim 12.** Adeziv resin ve kompozit resin uygulanan gruba ait bir restorasyonun boya penetrasyon yöntemi uygulandıktan sonraki stereomikroskopta X40 büyütmedeki kavite kenarları; **a)** insizal bölge skoru '0', gingival bölge skoru '3' olan kenar görüntüsü, **b)** insizal ve gingival bölge skorları '3' olan kenar görüntüsü, **c)** insizal bölge skoru '0', gingival bölge skoru '3' olan kenar görüntüsü, **d)** insizal bölge skoru '0', gingival bölge skoru '3' olan kenar görüntüsü. Buk: bukkal, pal: palatinal, ins: insizal, gin: gingival, p: pulpa.



**Resim 13.** Adeziv rezin, kompozit rezin ve ağatma ajanı uygulanan gruba ait bir restorasyonun boya penetrasyon yöntemi uygulandıktan sonraki stereomikroskopta X40 büyütmedeki kavite kenarları; **a)** insizal bölge skoru '0', gingival bölge skoru '3' olan kenar görüntüsü, **b)** insizal ve gingival bölge skorları '3' olan kenar görüntüsü, **c)** insizal bölge skoru '0', gingival bölge skoru '3' olan kenar görüntüsü, **d)** insizal bölge skoru '0', gingival bölge skoru '3' olan kenar görüntüsü. Buk: bukkal, pal: palatinal, ins: insizal, gin: gingival, p: pulpa.





**Resim 14.** Adeziv rezin, kompozit rezin, ağatma ajanı ve yzey örtücü kullanılan bir restorasyonun boya penetrasyon yöntemi uygulandıktan sonraki stereomikroskopta X40 büyütmedeki kavite kenarları; **a)** insizal ve gingival bölge skorları '0' olan kenar görüntüsü, **b)** insizal ve gingival bölge skorları '0' olan kenar görüntüsü, **c)** insizal ve gingival bölge skorları '0' olan kenar görüntüsü, **d)** insizal ve gingival bölge skorları '1' olan kenar görüntüsü, Buk: bukkal, pal: palatinal, ins: insizal, gin: gingival, p: pulpa.

**Tablo 10.** Landis ve Koch'un Kappa skoru değerlendirme tablosu

<b>Kappa Değeri</b>	<b>Gözlemci uyumu</b>
<b>&lt; 0</b>	Kötü
<b>0.00 – 0.20</b>	Önemsiz
<b>0.21 – 0.40</b>	Fena değil
<b>0.41 – 0.60</b>	Orta
<b>0.61 – 0.80</b>	Oldukça iyi
<b>0.81 – 1.00</b>	Mükemmele yakın

**Tablo 11.** Gözlemci içi uyum

<b>Gözlemci</b>	<b>Kappa</b>	<b>Standart hata</b>	<b>Güven aralığı %95</b>		<b>Uyum (%)</b>
			<b>Alt limit</b>	<b>Üst limit</b>	
<b>A1<sub>a</sub></b>	0.86	0.02	0.78	0.95	93.6
<b>A1<sub>b</sub></b>	0.89	0.02	0.80	0.97	96.6

A1<sub>a</sub>; 1. gözlemci önce , A1<sub>b</sub>; 1. gözlemci sonra

**Tablo 12.** Gözlemciler arası uyum

<b>Gözlemciler</b>	<b>Kappa</b>	<b>Standart hata</b>	<b>Güven aralığı %95</b>		<b>Uyum (%)</b>
			<b>Alt limit</b>	<b>Üst limit</b>	
<b>A-B</b>	0.77	0.03	0.64	0.91	89.6

A; 1. gözlemci, B; 2. gözlemci

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Son zamanlarda, klinikte karşılaşılan hasta perspektifinde diyet alışkanlıkları ve ağız hijyen yetersizliklerine bağlı çürük prevelansının ve restorasyonlu diş sayısının artış gösterdiği görülmektedir (95). Bunun yanı sıra gelişen teknoloji ve kullanılmaya başlanan dental kozmetik ürünlerin artışı ile estetik beklenti de oldukça yükselmiştir. Bu estetik beklentinin gerçekleşmemesi psikolojik ve sosyolojik çeşitli sorunları beraberinde getirmektedir. Bu ihtiyaç ve sorunların üstesinden gelebilmesi açısından ağartma tedavisi çok sık uygulanmaya başlanmıştır. Kolay uygulanabilmesi, güvenli olması, girişimsel olmaması ve estetik performansının yüksek olması gibi özellikleri ağartma tedavisini popüler hale getirmiştir (1).

Ağartma işlemi güvenli ve konservatif olmasına rağmen, uygulandığı diş dokularında ve restorasyonlarda yüzey pürüzlülüğü, mikrosızıntı, kenar uyumsuzluğu gibi sorunlar oluşturarak restorasyonların klinik ömrünü azaltmaktadır. Ağartma tedavisi sonrası mikrosızıntıya bağlı olarak restorasyonların yenilenme ihtiyacının doğması engellenebilecek bir sorun olmasına karşın büyüyen bir kayıp olarak karşımıza çıkmaktadır (62).

Günümüze kadar ağartma ile ilgili yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, rezin içerikli yüzey örtücüler gibi uygulandığı restorasyonun fiziksel özelliklerini arttıran materyallerin, ağartma ajanlarının etkilerine karşı koruyuculuğu yeterince sorgulanmamıştır. Ancak, ağartma ajanlarının diş sert dokuları ve restoratif materyaller üzerindeki etkilerinin rezin içerikli yüzey örtücülerin uygulanması ile çözülebileceğinin araştırılması oldukça önemlidir. Bu sebeplerden dolayı, ağartma tedavisinde oluşan dolgu ve diş dokuları arasındaki bozulmaların tespit edilmesi ve rezin içerikli yüzey örtücü ajanların oluşan bu sorunlar karşısındaki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## **5.1. Test Metodolojisinin Değerlendirilmesi**

### **5.1.1. Çalışmada Kullanılan Dişlerin Seçimi**

Ağırtma tedavilerinin rutin klinik uygulamalarda ön bölge dişlere uygulanması ve in vitro ortamda yapılan test etkilerinin doğru bir şekilde değerlendirilebilmesi açısından insan ön bölge dişleri tercih edilmiştir (96, 97). Ağırtmanın etkileri üzerine yapılmış olan in vitro çalışmalar incelendiğinde pek çok çalışmada anatomik ve morfolojik yapının klinik uygulamalara benzer olması amacı ile insan ön bölge dişinin kullanıldığı görülmektedir (98, 99). Çalışmamızda, elde ettiğimiz sonuçlar diğer çalışmalar ile karşılaştırılabilir olması için 90 adet yeni çekilmiş insan ön bölge dişi tercih edildi. Diş sert dokularında oluşabilecek değişikliklerin test sonuçlarını etkilememesi için dişlerin son 6 ay içerisinde çekilmiş olmasına özen gösterildi.

### **5.1.2. Örneklerin Hazırlanması**

Ağırtmanın yan etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda en çok kullanılan kavite tipinin Sınıf V kavite olduğu görülmektedir (1, 2). Sınıf V kavite tipinin; uygulamasının ve standardizasyonunun kolay olmasından ve SEM ve mikrosızıntının değerlendirilmesinde örnekleri konumlandırma kolaylığından dolayı tercih edilmektedir. Çalışmamızda, bu nedenlerden dolayı ön bölgede sıklıkla kullanılan sınıf V restorasyon tipi tercih edilmiştir. Kullanılan örneklerin aralarındaki farklılıkları elimine etmek için kaviteler standardize edildi. Polimerizasyon büzülmesi gibi restorasyon materyalinin hacmine bağlı durumlarda kavite standardizasyonu büyük önem taşımaktadır.

Mikrosızıntı ve ağırtmanın restorasyon üzerine yan etkilerinin incelendiği çalışmalarda ışık kaynaklarının polimerizasyon derinliği, incelenecek kesitlerin boyut ve sayıları ve standart kavite hazırlığı göz önünde bulundurularak farklı

boyutlarda kavitelerin hazırlandığı görülmektedir (2, 100). Çalışmamızda, kullandığımız ışık kaynağının polimerizasyon derinliği düşünülerek bukko-palatinal boyut 2 mm, 1mm'lik üç farklı kesit elde edilmesi ve hassas kesme cihazının 0.3 mm'lik disk kalınlığı göz önünde bulundurularak mesio-distal boyut 4.0 mm, kesitlerin mikrosızıntı açısından yeterli incelenebilir boyuta sahip olabilmesi için insizo-gingival boyut 2.5 mm olarak hazırlandı.

Bu çalışmanın amacı, ağartma tedavinin dişlerde bulunan kompozit rezin restorasyon ve diş arayüzüne verdiği zararın yüzey örtücü tarafından giderilip giderilmediğini test etmek olduğu için adeziv sistem ve kompozit rezin sabit tutulmuştur. Mineye bağlanmada altın standart olarak kabul edilen asitlenen ve yıkanan adeziv sistemlerin kullanılması adezyondan kaynaklanan sorunları en aza indirerek ağartmanın etkilerini doğru bir şekilde değerlendirmesini sağlamaktadır. Bundan dolayı ağartmanın adeziv sistemler üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda, genellikle asitlenen ve yıkanan adeziv sistemlerin kullanıldığı belirlendi (1, 2, 6). Çalışmamızda da iki basamaklı asitlenen ve yıkanan bir adeziv sistem (Prime and Bond NT, Dentsply, ABD) kullanıldı.

Ağartma materyallerinin diş dokularına ve restoratif materyallere olan etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda; yüksek konsantrasyonlu (%35-40) hidrojen peroksit içeren agresif etkiye sahip ajanlar yerine ev tipi ağartmada kullanılan ajanlar tercih edilerek minimal oksidatif stres karşısında dahi oluşabilecek etkiler ortaya çıkartılmıştır (1, 81, 96, 97, 99). Ayrıca yapılan çalışmalarda düşük konsantrasyonlu (% 10-20) karbomit peroksit jellerinin gün içerisindeki uygulama saatleri değişmesine rağmen etkinliğinin tam olarak ortaya çıkabilmesi için 14 gün boyunca kullanıldığı görüldü (1, 81, 96, 99). Çalışmamızda da %10'luk karbomit peroksit günde 8 saat olmak üzere 14 gün boyunca kullanıldı.

Yüzey örtücülerin etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda yüzey örtücü olarak adeziv rezinler, fissür örtücüler, doldurucu içermeyen, mikrofil dolduruculu ve nanofil dolduruculu yüzey örtücüler test edilmiştir (4, 6, 72). Fakat son yapılan çalışmalara göre vizkozitesinin düşük, ıslatabilirliğinin yüksek ve kapiller etki ile kapatıcılığının yüksek olmasından dolayı nanofil doldurucu içerikli yüzey örtücülerin tercih edildiği görüldü (5, 72, 81). Çalışmamızda da vizkozitesinin düşük olması,

yüzey ıslatabilirliğinin yüksek olması ve mikro boşuklara iyi penetre olmasından dolayı nanofil dolduruculu bir yüzey örtücü (G-Coat Plus, GC, ABD) üretici firmanın talimatları doğrultusunda uygulandı.

### **5.1.3. Taramalı Elektron Mikroskobu Analizi**

Ağartmanın etkilerinin ve kompozit rezin restorasyonların kenar adaptasyonunun değerlendirilmesinde, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile yapılan analizler restorasyon kenarlarının tamamen incelenebilmesi, yüksek büyütme oranlarında ayrıntıların görüntülenebilmesi ve tespit edilen uyumsuzlukların ölçümlerinin yapılabilmesini olanaklı hale getirmiştir. Bu özelliklerinden dolayı taramalı elektron mikroskobu analizlerinin minimum hata ile sonuçlandığı görülmüş ve altın standart olarak kabul edilmiştir (93, 101). Taramalı elektron mikroskobu ile analiz, restorasyon kenarlarının tamamının değerlendirilebildiği kalitatif ve kantitatif bir yöntemdir.

Taramalı elektron mikroskobu ile analiz, direkt örneklerin veya örneklerden alınan ölçülerden elde edilen replikaların incelenmesi ile gerçekleştirilebilmektedir. Replika elde etme aşamasında ölçünün deformasyonundan dolayı oluşabilecek hatalar, örneklerin incelenmesi aşamasında ise ayrıntıların tespit edilememesinden dolayı replika yönteminin ölçümlerin hassas olarak yapılması açısından dezavantajları bulunmaktadır (102). Ayrıca teknik hassasiyet ve ekipmana ihtiyaç duyulması ve çok zaman alıcı bir yöntem olması da dezavantajları arasındadır (103). Çalışmamızda, düşük vakum özellikli bir taramalı elektron mikroskobu (Quanta Feg 250, FEI, Hollanda) ile direkt dış örnekleri üzerinden inceleme yapılarak replika yöntemiyle oluşabilecek dezavantajları ve yüksek vakumdan kaynaklanabilecek örnek deformasyon riski elemine edildi.

Taramalı elektron mikroskobu analizinde restorasyon kenarlarındaki aralıkların varlığı ile ilgili veri elde etmemize rağmen aralıkların derinliği hakkında kantitatif veri elde edilememektedir. Kenar uyumu analizinin mikrosızıntı testleri ile

kombine edilmesi sonucunda oluşan kenar aralıklarının derinliği ile ilgili detaylı bilgi elde edilebilir (93, 103). Çalışmamızda da, taramalı elektron mikroskobu analizinden sonra boya penetrasyon yöntemi ile mikrosızıntı testi uygulandı.

#### **5.1.4. Mikrosızıntı Analizi**

Literatürde diş ile restorasyon kenarlarındaki mikrosızıntının değerlendirilmesinde; boyar maddeler, hava basıncı, bakteriyal sızıntı, rayoaktif izotop, nötron aktivasyon analizi, kimyasal izleyiciler kullanılmaktadır (86, 93). Bu yöntemlerin içinde boya penetrasyon yöntemi kolay uygulanabilmesi, güvenilir sonuçlar vermesi, yüksek renk karşıtlığı, örneklerle kimyasal reaksiyona girmeyip zarar vermemesinden dolayı en çok kullanılan yöntem olduğu bildirilmiştir (93). Boya penetrasyon yönteminde bazik fuksin, gümüş nitrat, metilen mavisi gibi boyalar kullanılmakta olup yapılan çalışmalarda difüzyon miktarı diğerlerine göre daha yüksek olduğu için en sık tercih edilen boyar maddenin bazik fuksin olduğu rapor edilmiştir (104). Mikrosızıntı çalışmalarında bazik fuksin % 0.5 ve % 2'lik konsantrasyonlarda kullanılmıştır. Ayrıca örneklerin bazik fuksin solüsyonu içerisinde bekleme süresi ise 24 saatlik süre olmuştur (103). Çalışmamızda da; tüm örnekler, % 0.5'lik bazik fuksin solüsyonunda (Merck, Darmstadt, Almanya) 37°C'de etüvde (N500, Nüve, Türkiye) 24 saat süreyle bekletildi

## **5.2. Taramalı Elektron Mikroskobu Analiz Bulgularının Değerlendirilmesi**

Kompozit rezin ile diş arayüzeyinde mikro aralanma oluşumu ve kenar uyumu bozulmasına neden olan faktörlerin başında; polimerizasyon büzülmesi,

kompozit rezinin akıcılığı ve elastisite modülünün diş dokularından farklı olmasına bağlı uyumsuzluklar gelmektedir (105). Polimerizasyon büzülmesi, diş ile restorasyon arayüzünde strese neden olmaktadır. Bu stresin büyüklüğünün ise kompozitin monomer yapısına, doldurucu partikül miktarına, viskoelastisite özelliklerine bağlı olduğu bildirilmiştir (106).

Korkmaz ve arkadaşlarının nanokompozitlerin sınıf V kavitelelerdeki kenar uyumu ve mikrosızıntıyı değerlendirdikleri çalışmalarında, taramalı elektron mikroskop analizinde frez ile prepare edilen tüm kavitelelerde devamlılık gözlenmeyen uyumu bozuk kenarların oluştuğu bildirilmiştir (107). Obici ve arkadaşları farklı foto-aktivasyon yöntemlerinin polimerizasyon büzülmesine etkisini taramalı elektron mikroskopu kullanarak incelemişlerdir. Farklı kompozitlerin ve foto-aktivasyon metodlarının kullanıldığı tüm test gruplarında kenar uyumunun düzgün olmadığı bölgeler tespit etmek ile birlikte bu durumu polimerizasyon büzülmesine ve kompozit rezinin akıcılığına bağlamışlardır (108).

Çalışmamızda, sadece adeziv rezin ve kompozit rezin uygulanan grubun (grup 1) taramalı elektron mikroskopu analizine göre elde edilen kenar açıklığı yüzdesi ( $4.29 \pm 2.6$ ), adeziv rezin, kompozit rezin ve ağartma ajanı uygulanan gruptan (grup 2) anlamlı derecede düşük ve mükemmel kenar yüzdesi ( $95.70 \pm 2.6$ ) verileri ise yine grup 2'den anlamlı derecede yüksek bulunarak ( $p=0.00$ ) polimerizasyon büzülmesine bağlı oluşan uyumsuzluğun varlığını göstermiştir.

Restoratif materyale bağlı bu etkilerin yanında estetik amaç ile uygulanmış peroksit içerikli ağartma jellerinin de kenar uyumunun bozulmasında etkili olduğu bildirilmiştir (75). Ağartma ajanlarının uygulanması sonrası diş ile restorasyon arayüzünde mikro boşlukların ve düzensiz kenarların oluştuğu bildirilmiştir (2).

Titley ve arkadaşlarının ağartmanın mine ile kompozit rezin arasında oluşan rezin bağlantılara etkisini inceledikleri çalışmada, kompozit rezin diskleri çekilmiş ön bölge sığır dişlerinin minesine adeziv prosedür ile uygulanmış ve %35'lik hidrojen peroksit ile ağartma yapılarak arayüzdeki değişimler taramalı elektron mikroskopunda incelenmiştir. Ağartma uygulanmayan grupta rezin bağlantılar belirgin ve düzenli bir şekilde tespit edilirken, ağartma uygulanan örneklerde rezin bağlantılar daha ince, düzensiz, belirsiz ve parçalanmış şekilde izlenmiştir. Bu



durumu serbest radikallerin oksidatif stres yaratarak rezin bağlantıları koparmasından kaynaklandığını düşünmüşlerdir (109). Çalışmamızda, test edilen gruplar arasında taramalı elektron mikroskobu verilerine göre kenar açıklık yüzdesi en fazla adeziv rezin, kompozit rezin ve ağartma ajanı uygulanan grupta tespit edilmiştir ( $12.04 \pm 6.3$ , Tablo 6). Ayrıca aynı grubun mükemmel kenar yüzdesi ( $87.96 \pm 6.3$ ) sadece adeziv rezin ve kompozit rezin uygulanan gruptan anlamlı derecede düşüktür ( $p < 0.05$ ).

Cura ve arkadaşları düşük konsantrasyonlu ağartma ajanları kullanarak minenin bağlanma dayanamındaki değişiklikleri inceledikleri çalışmalarında, minenin organik yapısının değiştiğini bildirmişlerdir (110). Bu değişimin sadece yüzeyde değil serbest radikallerin düşük molekül ağırlıklarının iç yapılara penetrasyonunu sağladığından dolayı 50  $\mu\text{m}$  derinlikte dahi görüldüğü rapor edilmiştir (110). Aynı çalışmada, ağartma ajanlarının pH derecelerine farklı etkiler gösterdiği belirtilmiştir. Özellikle pH seviyesi 5.5'in altında olan ağartma ajanlarının minede deminerelizasyona sebep olduğu ve tüm bunların kenar uyumunu etkileyebileceği bildirilmiştir (110). Çalışmamızda kullanılan karbomit peroksit içerikli ağartma jelinin pH'ı 6.5 (Tablo 2) yani kritik pH'ın üzerindedir. Bu durumda ağartma uygulanan grupta daha fazla kenar uyumsuzluğu oluşmasının nedeni ise pH yani ağartma jelinin asiditesi değil peroksitin aktifleşerek meydana getirdiği serbest radikallerin düşük molekül ağırlıklarıyla interprizmatik alanlara girerek adezyona verdiği zarar olduğu düşünülmüştür (2).

Magni ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, sınıf V kaviteleri cam iyonomer ve akışkan kompozit ile restore ederek yüzey örtücü varlığında ve yokluğunda kenar uyumunu taramalı elektron mikroskobunda kontrol etmişlerdir. Yüzey örtücü uygulanmayan restorasyonlarda, kavite kenarlarındaki uyumsuz bölgelerin ve gap oluşumlarının anlamlı düzeyde fazla olduğunu bildirmişlerdir (5). Kenar uyum bozukluklarının ve gap oluşumlarının restoratif materyal ile ilgisi olmadığı ve yüzey örtücülerin restorasyon kenarlarındaki boşlukları doldurarak kenar uyumunu artırdığı sonucuna varmışlardır (5). Çalışmamızda, test edilen gruplar arasında adeziv rezin, kompozit rezin, ağartma ajanı ve yüzey örtücü kullanılan grupta yüzey örtücünün varlığından dolayı taramalı elektron mikroskobunda kavite kenarları takip edilemedi. Magni ve arkadaşlarının elde ettiği sonuca benzer olarak bu durum ağartma tedavisinin etkilerine karşı yüzey örtücünün koruyuculuğunun olduğu kabul edildi.

### 5.3. Mikrosızıntı Test Bulgularının Değerlendirilmesi

Kompozit rezinlerin polimerizasyonu ile birlikte, polimerizasyon büzülmesi ve adezyon kuvvetleri karşı karşıya gelmekte ve büzülme sonucu oluşan stres, kompozit rezin ve adeziv sistem arasındaki bağlanma dayanımından fazla ise, diş yapıları ve restoratif materyaller arasında başarısız bağlanma ve gap formasyonunu takiben mikrosızıntı meydana gelmektedir (107). Günümüz diş hekimliğinde, kenar uyumunun bozulmasından kaynaklanan mikrosızıntının kompozit rezin restorasyonların başarılığında temel sebeplerden biri olarak gösterilmiştir. Restorasyonların klinik ömürlerinin uzun olmasının ideal bir marjinal uyuma bağlı olduğu bildirilmiştir (111). Çalışmamızda, ağartma uygulanmayan sadece adeziv rezin ve kompozit rezin uygulanan grupta restoratif materyalden kaynaklanabilecek mikrosızıntının etkilerini değerlendirilmesi ile birlikte estetik amaçlı uygulanan ağartma ajanının mikrosızıntıya etkisi ve yüzey örtücü materyalin koruyuculuğu test edilmiştir.

Korkmaz ve arkadaşlarının nanokompozitlerin sınıf V kavitelelerdeki kenar uyumu ve mikrosızıntının değerlendirildiği bir çalışmada, polimerizasyon büzülmesi ve diş ile restoratif materyal arası termal genişleme farkından dolayı tüm gruplarda mikrosızıntı olduğu bulunmuştur (107). Arısu ve arkadaşlarının tekrarlayan adeziv uygulamasının sınıf V restorasyonlarda mikrosızıntıya etkisini inceledikleri çalışmalarında, kompozit restorasyondan önce birden fazla kez adeziv uygulamasının mikrosızıntıyı azalttığı fakat tamamen yok etmediğini bildirmişlerdir (112). Bu durumun; adeziv rezinlerin, kompozit rezinin polimerizasyon büzülmesinden kaynaklanan içsel streslere karşı koyamamasından kaynaklandığını düşünmüşlerdir.

Çalışmamızda, sadece adeziv rezin ve kompozit rezin uygulanan grupta 0 skoruna sahip örnek sayısı 10 (Tablo 7) mikrosızıntı sıra ortalaması ise 134.08 olarak tespit edildi (Tablo 10). Bu değerler adeziv rezin, kompozit rezin, ağartma ajanı ve yüzey örtücü kullanılan gruptan düşük, adeziv rezin, kompozit rezin ve ağartma ajanı uygulanan gruptan yüksektir. Ayrıca aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ( $p < 0.05$ ).

Ozel ve arkadaşlarının mine-sement sınırına göre farklı konumlanan restorasyonların mikrosızıntılarının değerlendirildiği çalışmada, mine-sement sınırınının 1 mm gingivalinde konumlanan restorasyonlarda 1 mm okluzalde konumlanan restorasyonlara göre mikrosızıntı değerleri anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (113). Çalışmamızda, tüm restorasyonlar mine-sement sınırınının insizalinde ve tüm kenarları minede olacak şekilde konumlandı. Insizal ve gingival kenar arasında mikrosızıntı açısından bir fark olmadığı görüldü.

Sharafeddin ve arkadaşlarının ev tipi ağartma prosedürünün kompozit rezin restorasyonların mikrosızıntı değerlerine etkisi üzerine yaptıkları çalışmada, 3 farklı kompozit rezin ile restore edilen sıgır dişlerine % 22'lik karbomit peroksit uygulayarak boya penetrasyon yöntemi uygulayarak X25 büyütmede stereomikroskopta gözlemlenmişlerdir. Yalnızca fiber ile güçlendirilmiş kompozit rezin ile restore edilen grubun gingival kenarındaki mikrosızıntınının anlamlı derecede yüksek olduğunu bildirmişlerdir (114). Ağartma uygulanan dişlerdeki mikrosızıntıyı farklı kompozit rezin kullanılmasına bağlamışlardır.

Çalışmamızda, sadece adeziv rezin ve kompozit rezin uygulanan grupta 3 skorunu alan örnek sayısı (12) adeziv rezin, kompozit rezin ve ağartma ajanı uygulanan gruptan (43) çok düşük bulundu. Ayrıca adeziv rezin, kompozit rezin ve ağartma ajanı uygulanan grubun mikrosızıntı rank ortalaması (197.24) sadece adeziv rezin ve kompozit rezin uygulanan gruba göre (134.08) yüksek bulundu. Değerlerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü ( $p<0.05$ ). Bu sonuçlar doğrultusunda; karbomit peroksitin aktifleşmesi ile açığa çıkan radikallerin, oksidatif stresler meydana getirerek arayüzde gap formu ile birlikte mikrosızıntı oluşturduğu düşünülebilir.

Shinohara ve arkadaşları diş ve kompozit rezin restorasyon arasındaki adezyonu değerlendirdikleri çalışmalarında, ağartma tedavilerinin kompozit restorasyonlarda mikrosızıntıyı artırdığını bildirmişlerdir (115). Bu olumsuz etkinin ağartma ajanlarından açığa çıkan serbest oksijen radikallerinin ve hidrojen peroksitin parçalanması sonucu ortaya çıkan radikallerin mine ve dentinde meydana getirdiği yapısal değişikliklerden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Ayrıca ağartma jellerinin pH düzeyleri de diş dokularında ve restoratif materyallerde farklı düzeylerde değişiklikler

oluşturmaktadır (2). Abe ve arkadaşlarının ağartma ajanlarının mine ve kompozit rezinlerin nanosertliğini ve diş restorasyon arayüzüne etkisini inceledikleri çalışmada, düşük pH değerine (3.6-3.8) sahip ağartma jelinin arayüzde daha fazla gap oluşturduğunu bildirmişlerdir. Bu durumun ağartma ajanının pH seviyesinin kritik pH olan 5.5'ten düşük olduğundan kaynaklandığını açıklamışlardır (2). Çalışmamızda kullanılan %10'luk karbomit peroksit jelinin pH'ı 6.5 olup kritik pH seviyesinin üzerinde olmasından dolayı oluşan etkilerin ağartma ajanının asiditesinden kaynaklanmadığı düşünülebilir.

Yu ve arkadaşları sınıf V restorasyonlarda ağartmanın etkisiyle oluşan mikrosızıntıya rezin yüzey örtücülerin koruyucu etkisini değerlendirmişlerdir. Çalışmada, 160 adet diş 4 gruba ayrılarak farklı dolgu materyalleri ile restore edilmiştir. Her bir grup 4 farklı alt gruba ayrılarak altgruplardan birincisine ağartma uygulanmış, ikincisine rezin yüzey örtücü uygulandıktan sonra ağartma uygulanmış, üçüncüsüne tükürükte bekletilmiş, sonuncusu ise rezin yüzey örtücü uygulanarak tükürükte bekletilmiştir (116). Ağartma prosedürü olan gruplarda % 10'luk karbomit peroksit 28 gün boyunca günde 16 saat uygulanmıştır. Resin yüzey örtücü uygulanan altgruplarda diğer gruplara göre belirgin derecede az mikrosızıntı görüldüğü, yalnızca ağartma uygulanan altgruplarda mikrosızıntı değerleri en yüksek bulunduğu belirtilmiştir (116). Yüzey örtücü uygulamasının ağartma ile artan mikrosızıntıyı belirgin düzeyde azalttığı ve bu azalmanın yüzey örtücülerin mikro boşluklara nüfuz ederek restorasyon bütünlüğünü artırmasından kaynaklandığı düşünülebilir.

Kumar ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, koruyucu yüzey örtücü uygulanarak karbomit peroksit ile ağartılan nanohibrit kompozit rezinlerde mikrosızıntı değişimini incelemişlerdir. Çalışmada, altmış adet yeni çekilmiş diş eşit şekilde üç gruba ayrılmış olup; ilk gruba sadece ağartma uygulanmış, ikinci gruba nanfil yüzey örtücü ve ağartma uygulanmış son gruba ise ağartma ve yüzey örtücü uygulanmıştır (81). Ağartma işleminden sonra örnekler boya penetrasyon yöntemi kullanılarak stereomikroskopta incelenmiştir. Üç grubunda mikrosızıntı değerleri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Oluşan mikrosızıntının karbomit peroksitin yıkılması sonucu ortaya çıkan serbest radikallere bağlayarak yüzey örtücülerin restorasyon marjınlarını ve arayüzünü koruyucu nitelikte olduğunu bildirmişlerdir (81). Çalışmamızda, yüzey örtücü uygulanarak ağartma uygulanmış gurubun

mikrosızıntı sıra ortalaması (75.18) diğer gruplardan anlamlı düzeyde düşük bulunarak Kumar ve arkadaşlarının çalışmasıyla uyumludur.

#### **5.4. Yüzey Örtücülerin Koruyuculuğunun Değerlendirilmesi**

Yüzey örtücülerin etkilerinin değerlendirildiği birçok çalışma bulunmasına rağmen bu çalışmalar genellikle cam iyonomer ile restore edilmiş restorasyonların örtülenmesi ile ilgilidir (82, 85). Kompozit rezin restorasyonların örtülenmesi ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (6, 72, 81). Kompozit rezin ile restore edilmiş dişlerin ağartılması sonucu oluşacak etkilerin giderilmesinde yüzey örtücülerin kullanılması üzerine çok az sayıda çalışma bulunmaktadır (81, 116).

Bitmiş restorasyonların marjinal yüzeylerine uygulanan yüzey örtücüler mikro defektlere ve marjinal boşluklara kapiller özelliği sayesinde penetre olarak mikrogap ve mikro çatlakları doldurmaktadır (117). Yüzey örtücülerin uygulandıkları restorasyonu koruyabilmesi için; vizkozitesinin restorasyonlardaki mikro düzeydeki defektlere diffüze olacak kadar düşük, yüzey geriliminin restorasyon yüzey geriliminden düşük, ıslatabilirliğinin yüksek, bağlanma açısının ise küçük olması gerekmektedir (6, 117, 118)

Hepdeniz ve arkadaşlarının farklı doldurucu içeren yüzey örtücülerin sınıf V kompozit restorasyonların mikrosızıntısına etkisini araştırdıkları çalışmada; doldurucu içermeyen, mikro doldurucu ve nano doldurucu yüzey örtücü uygulanmış sınıf V restorasyonları boya penetrasyon yöntemi kullanarak stereomikroskopta incelemiştir. Vizkozitesi düşük, akışkanlığı ve ıslatabilirliği fazla olan doldurucu içermeyen ve nano doldurucu gruptaki mikrosızıntı değerleri anlamlı derecede düşük bulunmuştur (72). Çalışmamızda, nano doldurucu yüzey örtücü kullanıldı ve Hepdeniz ve arkadaşlarının çalışmasına benzer şekilde mikrosızıntıyı azalttığı tespit edildi.

Paulo ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada mikro doldurucu içeren ve doldurucu içermeyen kompozit yüzey örtücü materyallerin ve adeziv rezin uygulamasının premolar dişlere yapılan sınıf V restorasyonlardaki kenar uyumuna etkisi konfokal mikroskop kullanılarak incelemiştir (118). Yüzey örtücülerin ve adeziv rezin uygulamasının mikrosızıntıyı sınırlı düzeyde azalttığını, adeziv rezinlerin yüzey örtücülere göre gap oluşumlarını daha iyi düzeyde örtülediğini ve restorasyon kenarındaki boşlukları doldurma derinliği bakımından materyallerin büyük farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir (118). Çalışmamızda da yüzey örtücülerin tamamen mikrosızıntıyı önlemediği belirlenmesine rağmen Paulo ve arkadaşlarının çalışmasından farklı olarak mikrosızıntının anlamlı düzeyde azaldığı tespit edildi.

Sadeghi ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, kompozit rezin restorasyonları yüzey örtücü veya adeziv sistem ile örtüleyerek mikrosızıntı bulgularını karşılaştırmışlardır. Yüzey örtücü uygulanan gruptaki mikrosızıntı örtüleme uygulanmayan kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur. Adeziv sistem ile örtülen grupta ise mikrosızıntı sonuçlarında anlamlı bir fark bulunamamıştır (4). Bu durum, adeziv sistemlerin akışkanlığının ve yüzey ıslatabilirliğinin yüzey örtücülerden belirgin düzeyde düşük ve yetersiz olduğunu düşündürmektedir.

Owens ve Johnson yaptıkları çalışmada, farklı yüzey örtücülerin farklı kompozit rezinlerle restore edilen sınıf V restorasyonlardaki mikrosızıntıya etkisini incelemiştir. Tüm yüzey örtücü uygulanan gruplardaki mikrosızıntı değerleri kontrol grubuna göre düşük olarak bulunmuş olup yüzey örtücü uygulamasının mikrosızıntıyı anlamlı düzeyde azalttığı bildirilmiştir (6). Çalışmamızda da Owens ve Johnsonun çalışmasına paralel olarak yüzey örtücü uygulamasının mikrosızıntıyı azalttığı görüldü.

## 5.5. Sonuç

Bu çalışmadan çıkarılabilecek olan sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Ön çalışma sonrası, taramalı elektron mikroskobu ile yapılan kalitatif ve kantitatif analizlerde örneklerin incelenmesinin, epoksi rezinden elde edilen replikalar yerine, örneklerin kendinden yapılmasının daha değerlendirilebilir sonuçlar verebileceği saptanmıştır.

Taramalı elektron mikroskobu ile yapılan kalitatif analiz sonucunda; restorasyon yüzeyine %10'luk karbomit peroksit (Opalescence PF) uygulamasının, restorasyon ile diş sert dokusu arasındaki aralanmayı arttırdığı tespit edildi. Taramalı elektron mikroskobu ile yapılan kantitatif değerlendirmenin de bu sonucu desteklediği gözlemlendi.

Adeziv rezin, kompozit rezin, ağartma ajanı ve yüzey örtücü (G-Coat Plus) kullanılan grupta (grup 3) taramalı elektron mikroskobu ile kalitatif ve kantitatif değerlendirme yapılamadı.

Sınıf V restorasyon bulunan dişlerin yüzeyine, %10'luk karbomit peroksit (Opalescence PF) uygulamasının mikrosızıntıyı arttırdığı gözlemlendi. Ağartma öncesi yüzey örtücü uygulanmasının ise mikrosızıntıyı tamamen elimine etmediği ancak anlamlı düzeyde azalttığı tespit edildi.

Mikrosızıntı bulgularına göre, yüzey örtücünün, ağartmanın restorasyon ile diş sert dokusu arasındaki bağlanmaya olumsuz etkilerini minimize etmenin yanında, kompozitin büzülmesine bağlı oluşan olumsuz etkileri de minimize edebildiği gözlemlendi.

## 6. ÖZET

### **Vital Ağartma Sonrası Yüzey Örtücülerin Kullanıldığı Kompozit Dolgulardaki Kenar Uyumunun In Vitro Olarak Değerlendirilmesi**

Bu çalışmanın amacı, nanofil içerikli bir yüzey örtücü uygulanan ve uygulanmayan Sınıf V kompozit rezin restorasyonlarda, ev tipi vital ağartma sonrası kenar uyumunun ve mikrosızıntının in vitro olarak değerlendirilmesidir.

Doksan adet yeni çekilmiş ön bölge insan dişi randomize olarak 3 gruba ayrıldı (n=30): Adeziv rezin ve kompozit rezin uygulanan grup (Grup 1, kontrol), adeziv rezin, kompozit rezin ve ev tipi ağartma ajanı uygulanan grup (Grup 2) ve adeziv rezin, kompozit rezin, yüzey örtücü ve ağartma ajanı uygulanan grup (Grup 3).

Standart olarak açılan dişlerin bukkal yüzeylerinin orta üçlüsünde, tüm sınırları minede olan Sınıf V kavitelem iki basamaklı asitlenen ve yıkanan bir adeziv sistem (Prime and Bond NT, Dentsply, York, Pensilvanya, ABD) ve nanofil kompozit rezin (Clearfil Majesty ES-2, Kuraray, Okayama, Japonya) kullanılarak restore edildi. Grup 1'deki örneklere restorasyondan sonra hiçbir işlem yapılmadı. Grup 2'deki örneklere yüzey örtücü uygulanmadan ev tipi (Opalescence PF % 10'luk karbamit peroksit, Ultradent, South Jordan, UT, ABD) ağartma işlemi uygulandı. Grup 3'teki örneklere nanofil doldurucu içerikli yüzey örtücü (G-Coat Plus, GC, Tokyo, Japonya) uygulandıktan sonra ev tipi ağartma ajanı (Opalescence PF % 10 karbamit peroksit, Ultradent, South Jordan, UT, ABD) ile ağartma işlemi yapıldı. Tüm örnekler kenar uyumu analizi için X75-X2000 büyütmede taramalı elektron mikroskopunda incelendi. Mikrosızıntı değerlendirmesi için % 0.05'lik bazik fuksin kullanılarak boya penetrasyonu yöntemi uygulandı. Daha sonra örnekler stereomikroskopta incelendi. İstatistiksel değerlendirmede Bağımsız İki Grup T-Testi ve Kruskal Wallis testi kullanıldı (p=0.05).

Taramalı elektron mikroskopu sonuçlarına göre kenar aralanması yüzdeleri Grup 1'de 4.2±2.6, Grup 2'de 12.0±6.3; mükemmel kenar yüzdeleri ise, Grup 1'de 95.7±2.6, Grup 2'de 88.0±6.3 olarak bulundu. Grup 3'e ait örneklerde kavite kenarları izlenemediği için taramalı elektron mikroskopunda değerlendirme yapılamadı. Grup 2'nin kenar aralanması değerleri, Grup 1'e göre istatistiksel olarak



anlamli derecede yuiksek bulundu (Bağımsız İki Grup T-Testi,  $p<0.01$ ). Grup 2'nin mükemmel kenar değerleri, Grup 1'e göre istatistiksel olarak anlamli derecede düşük bulundu (Bağımsız İki Grup T-Testi,  $p<0.01$ ).

Boya penetrasyonu yöntemi ile yapılan mikrosızıntı testi sonucu stereomikroskopta incelenen örnekler iki farklı gözlemci tarafından değerlendirildi (Gözlemciler arası uyum yüzde 89.6, Kappa skoru 0.77). Mikrosızıntı testi değer ortalamaları Grup 1'de 134.08, Grup 2'de 197.24 ve Grup 3'de 75.18 olarak saptandı. Tüm gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamli bulundu (Kruskal-Wallis,  $p= 0.00$ ).

Bu çalışmada elde edilen bulgulara göre, kompozit rezin restorasyon bulunan dişlerde yapılan ev tipi vital ağartma işleminden önce, restorasyonlara nanofil yüzey örtücü uygulanmasının kenar uyumunu artırarak mikrosızıntıyı azalttığı sonucuna varılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Karbamid peroksit, Ev tipi vital ağartma, Mikrosızıntı, Taramalı elektron mikroskop, Nanofil yüzey rtc, Marjinal adaptasyon.

## SUMMARY

### **In vitro evaluation of marginal adaptation on composite restoration used with coating agent after vital bleaching**

The aim of this in vitro study was to analyse the marginal adaptation of class V composite restorations used with or without nano-filled surface coating agent after home bleaching treatment using a scanning electron microscope (SEM) and to evaluate microleakage via dye penetration method.

Ninety fresh extracted human anterior teeth were randomly divided into three experimental groups (n=30): adhesive resin and composite resin applied group (Group 1, control); adhesive resin, composite resin applied and bleaching treated group (Group 2); adhesive resin, composite resin, surface coating agent applied and bleaching treated group (Group 3). Standard class V cavities were prepared on the middle third of the buccal surface and all margins located at enamel. Cavities were restored with two steps etch and rinse adhesive system (Prime and Bond NT, Dentsply, York, Pennsylvania, USA) and a nanofill composite resin (Clearfil Majesty ES-2, Kuraray, Okayama, Japan). No treatment was applied to specimens after the restoration in group 1. In group 2, home bleaching (Opelescence PF 10% carbamide peroxide, Ultradent, South Jordan, UT, USA) was applied to specimens without surface coating agent (G-Coat Plus, GC, Tokyo, Japan) application. In group 3, home bleaching was applied to specimens following the nano-filled surface coating agent. The examination of the restorations' margins were performed at X75-X2000 magnification using SEM. Microleakage test was applied using 0.05% basic fuchsin. The dye penetration degree of the sections were evaluated using stereomicroscope. Two Sample T-test and Kruskal-Wallis test were used for statistical analysis (p=0.05).

According to scanning electron microscope results, the percentages of marginal gaps were determined as  $4.2 \pm 2.6$  for Group 1 and  $12.0 \pm 6.3$  for Group 2.

The percentages of perfect margin was obtained as  $95.7\pm 2.6$  for Group 1 and  $88.0\pm 6.3$  for Group 2. Scanning electron microscobic assesment of the cavity margins in Group 3 could not performed due to the surface coating agent. There were significant differences between the groups in terms of the percentages of marginal gaps and the percentages of perfect margin (Two Sample T-test,  $p=0.00$ ).

The degree of dye penetration of specimens was evaluated by two researchers at stereomicroscope (aggrement between researchers 89.6%, Kappa score 0.77). Mean of rank values was determined as 134.08 for Group 1, 197.24 for Group 2 and 75.18 for Group 3. The differences between all groups was found statistically significant (Kruskal-Wallis,  $p= 0.00$ ).

Within the limits of this study; it might be concluded that application of the nano-filled surface coating agent to composite restoration margins before home bleaching treatment can reduce the microleakage due to preventing the degradation of marginal adaptation.

**Key words:** Carbamide peroxide, Home bleaching, Microleakage, Scanning electron microscope, Nano-filled surface coating agent, Marginal adaptation.

## 7. KAYNAKLAR

1. Yazıcı A, Keleş A, Tuncer D, Başeren M. Effect of prerestorative home-bleaching on microleakage of self-etch adhesives. *J Esthet Restor Dent*. 2010 Jun;22(3):186-92.
2. Abe A, Youssef M, Turbino M. Effect of bleaching agents on the nanohardness of tooth enamel, composite resin, and the tooth-restoration interface. *Oper Dent*. 2016 Jan-Feb;41(1):44-52.
3. Barbosa CM, Sasaki RT, Flório FM, Basting RT. Influence of time on bond strength after bleaching with 35% hydrogen peroxide. *J Contemp Dent Pract*. 2008;9(2):81-8.
4. Sadeghi M, Davari A, Lynch CD. The effect of re-bonding using surface sealant or adhesive system on microleakage of class V resin composite restorations. *Dent Res J*. 2013;10(5):596.
5. Magni E, Zhang L, Hickel R, Bossù M, Polimeni A, Ferrari M. Sem and microleakage evaluation of the marginal integrity of two types of class V restorations with or without the use of a light-curable coating material and of polishing. *J Dent*. 2008;36(11):885-91.
6. Owens BM, Johnson W. Effect of new generation surface sealants on the marginal permeability of Class V resin composite restorations. *Oper Dent*. 2006;31(4):481-8.
7. Alacam T. *Endodonti*. Ankara 2012;947-84.
8. Özel Y, Özel E, Attar N, Aksoy G. Dişhekimliğinde beyazlatma. *EÜ Diş Hek Fak Derg*. 2007;28:33-40.
9. Greenwall L. *Bleaching techniques in restorative dentistry: An illustrated guide*: CRC Press; 2001.
10. Turker ŞB, Biskin T. Effect of three bleaching agents on the surface properties of three different esthetic restorative materials. *J Prosthet Dent*. 2003 May;89(5):466-73.
11. Sulieman MA. An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Periodontol 2000*. 2008;48(1):148-69.
12. Cohen S BR. *Pathways of the pulp*. 7 Edition Inc 2002;27:678-723.

13. Féliz-Matos L, Hernández LM, Abreu N. Dental bleaching techniques; hydrogen-carbamide peroxides and light sources for activation, an update. *Open Dent J.* 2014;8:264.
14. Shellis R. *Transport processes in enamel and dentine.* London 2000:19-28.
15. Lee C, Cobb C, Zargartalebi F, Hu N. Effect of bleaching on microhardness, morphology, and color of enamel. *Gen Dent.* 1994;43(2):158-60, 62.
16. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J.* 2001 Mar 24;190(6):309-16.
17. Sulieman M. An overview of tooth discoloration: extrinsic, intrinsic and internalized stains. *Dent Update.* 2005;Oct;32(8):463-4,466-8,471.
18. Watanabe K, Shibata T, Kurosawa T, Morisaki I, Kinehara M, Igarashi S. Bilirubin pigmentation of human teeth caused by hyperbilirubinemia. *J Oral Pathol Med.* 1999;28(3):128-30.
19. Winter G. *Anomalies of tooth formation and eruption.* Paediatric Dentistry: Oxford University Press Oxford; 1997;255-80.
20. Murchison D, Charlton D, Moore B. Carbamide peroxide bleaching: effects on enamel surface hardness and bonding. *Oper Dent.* 1991;17(5):181-5.
21. Wiktop Jr C. Amelogenesis imperfecta, dentinogenesis imperfecta and dentine dysplasia revisited: problems in classifications. *J Oral Pathol.* 1988(17):547-53.
22. Matis B, Wang Y, Eckert G, Cochran M, Jiang T. Extended bleaching of tetracycline-stained teeth: a 5-year study. *Oper Dent.* 2006;31(6):643-51.
23. Haywood VB, Heymann HO. Response of normal and tetracycline-stained teeth with pulp-size variation to nightguard vital bleaching. *J Esthet Dent.* 1994;6(3):109-14.
24. Gimeno I, Riutord P, Tauler P, Tur JA, Pons A. The whitening effect of enzymatic bleaching on tetracycline. *J Dent.* 2008;36(10):795-800.
25. Yildiz G, Celik EU. A minimally invasive technique for the management of severely fluorosed teeth: a two-year follow-up. *Eur J Dent.* 2013 Oct;7(4):504-8.
26. Aoba T, Fejerskov O. Dental fluorosis: chemistry and biology. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2002;13(2):155-70.

27. Castro KS, de Araújo Ferreira AC, Duarte RM, Sampaio FC, Meireles SS. Acceptability, efficacy and safety of two treatment protocols for dental fluorosis: a randomized clinical trial. *J Dent.* 2014;42(8):938-44.
28. Rotstein I. Bleaching nonvital and vital discolored teeth. *Pathways of the Pulp*, 7th edn St Louis. 1998:674-90.
29. Zimmerli B, Jeger F, Lussi A. Bleaching of nonvital teeth. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 2010;120(4):306-20.
30. Moreno E. Role of Ca-PF in caries prevention: chemical aspects. *I Int Dent J.* 1993;43(1 Suppl 1):71-80.
31. Metal C. Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and the Environment (CSTEE).2004.
32. Thickett E, Cobourne MT. New developments in tooth whitening. The current status of external bleaching in orthodontics. *J Orthod.* 2009 Sep;36(3):194-201.
33. Karadaş M, Seven N. Vital dişlerde ağartma. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.* 2014;9:126-35.
34. Joiner A. Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. *J Dent.* 2007;35(12):889-96.
35. Basting R, Rodrigues A, Serra M. The effect of 10% carbamide peroxide, carbopol and/or glycerin on enamel and dentin microhardness. *Oper Dent.* 2005;30(5):608.
36. Gökay O, Müjdeci A, Algin E. In vitro peroxide penetration into the pulp chamber from newer bleaching products. *Int Endod J.* 2005 Aug;38(8):516-20.
37. Bulut H, Turkun M, Kaya AD. Effect of an antioxidizing agent on the shear bond strength of brackets bonded to bleached human enamel. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129(2):266-72.
38. Luque-Martinez I, Reis A, Schroeder M, Muñoz MA, Loguercio AD, Masterson D, Maia LC. Comparison of efficacy of tray-delivered carbamide and hydrogen peroxide for at-home bleaching: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig.* 2016 Sep;20(7):1419-33.
39. Arı H, Üngör M. In vitro comparison of different types of sodium perborate used for intracoronal bleaching of discoloured teeth. *Int Endod J.* 2002 May;35(5):433-6.
40. Alaçam T. *Endodonti Ankara*, 2000;923-89

41. Haywood VB. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence Int.* 1992;23(7):471-88.
42. Fasanaro TS. Bleaching teeth: history, chemicals, and methods used for common tooth discolorations. *J Esthet Dent.* 1992;4(3):71-8.
43. Goldstein R, Garber D. Complete dental bleaching, *Quintessence Int.* 1995:25-136.
44. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent.* 2006;34(7):412-9.
45. Kawamoto K, Tsujimoto Y. Effects of the hydroxyl radical and hydrogen peroxide on tooth bleaching. *J Endod.* 2004;30(1):45-50.
46. Feinman RA, Goldstein RE, Garber DA. Bleaching teeth: *Quintessence Int.* 1989 Oct;20(10):729-37.
47. Heymann HO. The art and science of operative dentistry. 2002;608-50 p.
48. Gerlach RW, Zhou X. Vital bleaching with whitening strips: summary of clinical research on effectiveness and tolerability. *J Contemp Dent Pract.* 2001;2(3):1-16.
49. Tavares M, Stultz J, Newman M, Smith V, Kent R, Carpino E, et al. Light augments tooth whitening with peroxide. *J Am Dent Assoc.* 2003;134(2):167-75.
50. Sorensen JA, Martinoff JT. Intracoronary reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 1984;51(6):780-4.
51. Van der Burgt T, Ten Bosch J, Borsboom P, Kortsmid W. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *J Prosthet Dent.* 1990;63(2):155-62.
52. Tam L. Clinical trial of three 10% carbamide peroxide bleaching products. *J Can Dent Assoc.* 1999;65:201-7.
53. Curtis JW, Dickinson GL, Downey MC, Russell CM, Van Haywood B, Myers ML, et al. Assessing the effects of 10 percent carbamide peroxide on oral soft tissues. *J Am Dent Assoc.* 1996;127(8):1218-23.
54. Martin JH, Bishop JG, Guentherman RH, Dorman HL. Cellular response of gingiva to prolonged application of dilute hydrogen peroxide. *J Periodontol.* 1968;39(4):208-10.
55. Schulte JR, Morrisette DB, Gasior EJ, Czajewski MV. The effects of bleaching application time on the dental pulp. *J Am Dent Assoc.* 1994;125(10):1330-5.

56. Caviedes-Bucheli J, Ariza-García G, Restrepo-Méndez S, Ríos-Osorio N, Lombana N, Muñoz HR. The effect of tooth bleaching on substance p expression in human dental pulp. *J Endod.* 2008;34(12):1462-5.
57. Wakisaka S. Neuropeptides in the dental pulp: distribution, origins, and correlation. *J Endod.* 1990;16(2):67-9.
58. Bowles WH, Thompson LR. Vital bleaching: the effects of heat and hydrogen peroxide on pulpal enzymes. *J Endod.* 1986;12(3):108-12.
59. Oltu Ü, Gürgan S. Effects of three concentrations of carbamide peroxide on the structure of enamel. *J Oral Rehabil.* 2000;27(4):332-40.
60. Efeoglu N, Wood D, Efeoglu C. Microcomputerised tomography evaluation of 10% carbamide peroxide applied to enamel. *J Dent.* 2005;33(7):561-7.
61. Rotstein I, Dankner E, Goldman A, Heling I, Stabholz A, Zalkind M. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J Endod.* 1996;22(1):23-6.
62. Attin T, Hannig C, Wiegand A, Attin R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations—a systematic review. *Dent Mater.* 2004;20(9):852-61.
63. Chng H, Ramli H, Yap A, Lim C. Effect of hydrogen peroxide on intertubular dentine. *J Dent.* 2005;33(5):363-9.
64. Bizhang M, Seemann R, Duve G, Römhild G, Altenburger M, Jahn K, et al. Demineralization effects of 2 bleaching procedures on enamel surfaces with and without post-treatment fluoride application. *Oper Dent.* 2006;31(6):705-9.
65. Çobankara FK, Ünlü N, Altinöz HC, Özer F. Effect of home bleaching agents on the roughness and surface morphology of human enamel and dentine. *Int Dent J.* 2004;54(4):211-8.
66. Cooley RL, Burger KM. Effect of carbamide peroxide on composite resins. *Quintessence Int.* 1991;22(10).
67. Yalcin F, Gurgan S. Bleaching-induced colour change in plastic filling materials. *J Biomater Appl.* 2005;19(3):187-95.
68. Wattanapayungkul P, Yap A. Effects of in-office bleaching products on surface finish of tooth-colored restorations. *Oper Dent.* 2003;28(1):15-9.
69. Bailey SJ, Swift Jr EJ. Effects of home bleaching products on composite resins. *Quintessence Int.* 1992;23(7).



- 70.** Steinberg D, Mor C, Dogan H, Zacks B, Rotstein I. Effect of salivary biofilm on the adherence of oral bacteria to bleached and non-bleached restorative material. *Dent Mater.* 1999;15(1):14-20.
- 71.** Robertello F, Coleman A, Dishman M, Sarrett D. The effect of bleaching on mercury release from amalgam. 1998.
- 72.** Hepdeniz OK, Temel UB, Ugurlu M, Koskan O. The effect of surface sealants with different filler content on microleakage of Class V resin composite restorations. *Eur J Dent.* 2016;10(2):163.
- 73.** Titley K, Torneck C, Ruse N. The effect of carbamide-peroxide gel on the shear bond strength of a microfil resin to bovine enamel. *J Dent Res.* 1992;71(1):20-4.
- 74.** Dudek M, Roubickova A, Comba L, Housova D, Bradna P. Effect of postoperative peroxide bleaching on the stability of composite to enamel and dentin bonds. *Oper Dent.* 2013;38(4):394-407.
- 75.** Roubickova A, Dudek M, Comba L, Housova D, Bradna P. Effect of postoperative peroxide bleaching on the marginal seal of composite restorations bonded with self-etch adhesives. *Oper Dent.* 2013;38(6):644-54.
- 76.** Barcellos D, Benetti P, Fernandes V, Valera M. Effect of carbamide peroxide bleaching gel concentration on the bond strength of dental substrates and resin composite. *Oper Dent.* 2010;35(4):463-9.
- 77.** Lai S, Tay F, Cheung G, Mak Y, Carvalho R, Wei S, et al. Reversal of compromised bonding in bleached enamel. *J Dent Res.* 2002;81(7):477-81.
- 78.** Unlu N, Cobankara FK, Ozer F. Effect of elapsed time following bleaching on the shear bond strength of composite resin to enamel. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2008;84(2):363-8.
- 79.** LI Y. Toxicological considerations of tooth bleaching using peroxide-containing agents. *J Am Dent Assoc.* 1997;128:31S-6S.
- 80.** Ghavamnasiri M, Moosavi H, Tahvildarnejad N. Effect of centripetal and incremental methods in Class II composite resin restorations on gingival microleakage. *J Contemp Dent Pract.* 2007;8(2):113-20.
- 81.** Kumar AA, Hariharavel V, Narayanan A, Murali S. Effect of protective coating on marginal integrity of nanohybrid composite during bleaching with carbamide peroxide: a microleakage study. *Indian J Dent Res.* 2015;26(2):167.

- 82.** Hankins AD, Hatch RH, Benson JH, Blen BJ, Tantbirojn D, Versluis A. The effect of a nanofilled resin-based coating on water absorption by teeth restored with glass ionomer. *J Am Dent Assoc.* 2014;145(4):363-70.
- 83.** Lohbauer U, Krämer N, Siedschlag G, Schubert EW, Lauerer B, Mueller FA, et al. Strength and wear resistance of a dental glass-ionomer cement with a novel nanofilled resin coating. *Am J Dent.* 2011;24(2):124-8.
- 84.** Zimmerli B, Koch T, Flury S, Lussi A. The influence of toothbrushing and coffee staining on different composite surface coatings. *Clin Oral Investig.* 2012;16(2):469-79.
- 85.** Celik EU, Ermis B. Koruyucu rezin uygulamasının yüksek viskoziteli geleneksel cam iyonomer simanın mikrosertliği üzerine etkisinin in vitro olarak değerlendirilmesi. *Cumh Dent J.* 2008;11(2):91-5.
- 86.** Karadağ A. Mikrosızıntı araştırma teknikleri ve mikrosızıntıyı etkileyen faktörler. *Atatürk Üni Diş Hek Fak Der.* 2005;2005(2).
- 87.** De Munck Jd, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res.* 2005;84(2):118-32.
- 88.** Ayyıldız S, Uyar U, Yüzügüllü B. Diş hekimliğinde mikrosızıntı ve inceleme yöntemleri. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.* 2009;19(3):219-26
- 89.** Taylor M, Lynch E. Microleakage. *J Dent.* 1992;20(1):3-10.
- 90.** Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent.* 2003;28(3):215-35.
- 91.** Frankenberger R, Lohbauer U, Schaible RB, Nikolaenko SA, Naumann M. Luting of ceramic inlays in vitro: marginal quality of self-etch and etch-and-rinse adhesives versus self-etch cements. *Dent Mater.* 2008;24(2):185-91.
- 92.** Rosales-Leal JI. Microleakage of Class V composite restorations placed with etch-and-rinse and self-etching adhesives before and after thermocycling. *J Adhes Dent.* 2007;9:255.
- 93.** Manhart J, Chen HY, Mehl A, Weber K, Hickel R. Marginal quality and microleakage of adhesive class V restorations. *J Dent.* 2001;29(2):123-30.

- 94.** Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977;159-74.
- 95.** Doğan BG, Gökalp S. Türkiye’de diş çürüğü durumu ve tedavi gereksinimi 2004. *Hac Diş Hek Fak Der*. 2008;32(2):45-7.
- 96.** Bernardon J, Sartori N, Ballarin A, Perdigão J, Lopes G, Baratieri L. Clinical performance of vital bleaching techniques. *Oper Dent*. 2010;35(1):3-10.
- 97.** Bizhang M, Chun YP, Damerau K, Singh P, Raab WH, Zimmer S. Comparative clinical study of the effectiveness of three different bleaching methods. *Oper Dent*. 2009;34(6):635-41.
- 98.** Suneetha R, Pavithra S, Thomas J, Nanga GSP, 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(6):77.
- 99.** Cakir F, Korkmaz Y, Firat E, Oztas S, Gurgan S. Chemical analysis of enamel and dentin following the application of three different at-home bleaching systems. *Oper Dent*. 2011;36(5):529-36.
- 100.** Han Y, Mo S, Jiang L, Zhu Y. Effects of antioxidants on the microleakage of composite resin restorations after external tooth bleaching. *Eur J Dent*. 2014;8(2):147.
- 101.** Latha SP, Hegde V, Raheel SA, Tarakji B, Azzeghaiby SN, Nassani MZ. An In vitro Study on Post Bleaching Pigmentation Susceptibility of Teeth and Scanning Electron Microscopy Analysis. *J Int Oral Health*. 2014;6(5):84.
- 102.** Alani A, Toh C. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent*. 1997;22(4):173-85.
- 103.** Ernst C-P, Galler P, Willershausen B, Haller B. Marginal integrity of class V restorations: SEM versus dye penetration. *Dent Mater*. 2008;24(3):319-27.
- 104.** Türkün Ş, Ergücü Z. Estetik restoratif materyallerin mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan gereç ve yöntemlerin karşılaştırılması. *Gü Diş Hek Fak Der*. 2004;21(2):143-51.
- 105.** Caroline Bruschi Alonso R, Maria Correr G, Gonçaves Cunha L, Flávia Sanches Borges A, Maria Puppini-Rontani R, Alexandre Coelho Sinhoreti M. Dye staining gap test: an alternative method for assessing marginal gap formation in composite restorations. *Acta Odontol Scand*. 2006;64(3):141-5.

- 106.** da Silva EM, Dos Santos G, Guimarães J, Barcellos A, Sampaio E. The influence of C-factor, flexural modulus and viscous flow on gap formation in resin composite restorations. *Oper Dent.* 2007;32(4):356-62.
- 107.** Korkmaz Y, Ozel E, Attar N, Bicer CO, Firatli E. Microleakage and scanning electron microscopy evaluation of all-in-one self-etch adhesives and their respective nanocomposites prepared by erbium: yttrium–aluminum–garnet laser and bur. *Lasers Med Sci.* 2010;25(4):493-502.
- 108.** Obici A, Sinhoreti M, De Goes M, Consani S, Sobrinho L. Effect of the photo-activation method on polymerization shrinkage of restorative composites. *Oper Dent.* 2002;27(2):192-8.
- 109.** Torneck C, Titley K, Smith D, Adibfar A. The influence of time of hydrogen peroxide exposure on the adhesion of composite resin to bleached bovine enamel. *J Endod.* 1990;16(3):123-8.
- 110.** Cura M, FUENTES MV, Ceballos L. Effect of low-concentration bleaching products on enamel bond strength at different elapsed times after bleaching treatment. *Dent Mater.* 2015(0).
- 111.** Hickel R, Manhart J, Garcia-Godoy F. Clinical results and new developments of direct posterior restorations. *Am J Dent.* 2001;13:41D-54D.
- 112.** Arisu HD, Eliguzeloglu E, Uctasli MB, Omurlu H, Turkoz E. Effect of multiple consecutive adhesive coatings on microleakage of class v cavities. *Eur J Dent.* 2009;3(3):178.
- 113.** Bektas OO, Eren D, Akin GG, Sag BU, Ozcan M. Microleakage effect on class V composite restorations with two adhesive systems using different bleaching methods. *Acta Odontol Scand.* 2013;71(3-4):1000-7.
- 114.** Sharafeddin F, Zare S, Javanmardi Z. Effect of home bleaching on microleakage of fiber-reinforced and particle-filled composite resins. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2013;7(4):211-7.
- 115.** Sanae Shinohara M, Rodrigues JA, Freire Pimenta LA. In vitro microleakage of composite restorations after nonvital bleaching. *Quintessence Int.* 2001;32(5).
- 116.** Yu H, Li Q, Attin T, Wang Y. Protective effect of resin coating on the microleakage of Class V restorations following treatment with carbamide peroxide in vitro. *Oper Dent.* 2010;35(6):634-40.

**117.** Delfino CS, Duarte Jr S. Effect of the composite surface sealant application moment on marginal sealing of compactable composite resin restoration. *J Mater Sci Mater Med.* 2007;18(12):2257-61.

**118.** Paulo H, Pereira JC, Rueggeberg FA, Svizero NR, Miyake K, Pashley DH. Efficacy of composite surface sealers in sealing cavosurface marginal gaps. *J Dent.* 2006;34(3):252-9.



## EKLER

### Ek. 1 Özgeçmiş

#### Kişisel Bilgiler

**Adı-Soyadı:** Mehmet GÜVENÇ  
**Doğum tarihi:** 23.06.1987  
**Doğum Yeri:** Çanakkale

**Adres:** Süleyman Demirel  
Üniversitesi Diş Hekimliği  
Fakültesi Restoratif Diş  
Tedavisi Anabilim Dalı,  
Isparta

**Tel:** (0246) 211 8858

**Eposta:** dtmehmetguvenc@gmail.com  
mehmetguvenc@sdu.edu.tr

#### Öğrenim Durumu

<b>İlköğretim</b>	Umurbey İlköğretim Okulu, Çanakkale	2002
<b>Ortaöğretim</b>	Milli Piyango Anadolu Lisesi, Çanakkale	2005
<b>Yükseköğretim</b>	Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, İstanbul	2012
<b>Uzmanlık Eğitimi</b>	T.C Sağlık Bakanlığı Dişhekimliğinde Uzmanlık Eğitimi, Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Isparta	2013-Bugün

#### Mesleki Deneyim

<b>Diş Hekimi</b>	Özel Avicenna Hastanesi Esenler/İstanbul	Temmuz 2012- Haziran 2013
<b>Araştırma Görevlisi</b>	Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı	2012-Bugün

**Yabancı Dil** İngilizce (ÜDS, 2012, İlkbahar, 56/100)