

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**VİTAL VE DEVİTAL AĞARTMA YAPILMIŞ DIŞ YÜZEYLERİNE
UYGULANAN FARKLI YÜZEY TEDAVİLERİNİN TEKRAR
RENKLENMEYE VE ÇÜRÜK YAPICI
MİKROORGANİZMALARIN TUTUNMASINA ETKİLERİ**

DOKTORA TEZİ

Tandoğan MANGAL

Tez Danışmanı
Prof. Dr. S. Hülya ERTEN CAN

ANKARA
MART 2014

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDODONTİ ANA BİLİM DALI

**VİTAL VE DEVİTAL AĞARTMA YAPILMIŞ DIŞ YÜZEYLERİNE
UYGULANAN FARKLI YÜZEY TEDAVİLERİNİN TEKRAR
RENKLENMEYE VE ÇÜRÜK YAPICI
MİKROORGANİZMALARIN TUTUNMASINA ETKİLERİ**

DOKTORA TEZİ

Tandoğan MANGAL

Tez Danışmanı
Prof. Dr. S. Hülya ERTEN CAN

ANKARA
MART 2014

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Endodonti Anabilim Dalı Doktora Programı
çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından
Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 19 / 03 / 2014




Prof. Dr. Tayfun ALAÇAM
Gazi Üniversitesi
Jüri Başkanı



Prof. Dr. S. Hülya ERTEN CAN
Gazi Üniversitesi



Prof. Dr. Filiz YALÇIN ÇAKIR
Hacettepe Üniversitesi



Prof. Dr. Sis YAMAN
Gazi Üniversitesi



Yrd. Doç. Dr. Gülçin AKCA
Gazi Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	I
İçindekiler	II
Şekiller, Resimler	VI
Tablolar	VIII
Kısaltmalar, Semboller	X
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Dişlerdeki renklenmelerin nedenleri	4
2.1.1. Dış kaynaklı renklenmeler	5
2.1.2. İç kaynaklı Renklenmeler	10
2.2. Dişlerin ağartılması	10
2.3. Ağartma tedavilerinde kullanılan kimyasal ajanlar	12
2.3.1. Hidrojen peroksit (H ₂ O ₂)	12
2.3.2. Karbamid peroksit (NH ₂ ·CO·NH ₂)	16
2.3.3. Sodyum perborat	17
2.3.4. Sodyum perkarbonat	17

2.4. Ağartma tedavisinde kullanılan ışık kaynakları	18
2.5. Güncel vital ağartma yöntemleri	20
2.5.1. Diş hekimi denetiminde hasta tarafından evde uygulanan ağartma yöntemi (Nightguard)	20
2.5.2. Diş hekimi tarafından klinikte uygulanan ağartma yöntemleri (Ofis Tipi)	22
2.6. Güncel devital ağartma yöntemleri	24
2.7. Ağartma tedavisinin mine dokusu üzerine etkileri	25
2.8. Yüzey tedavileri	27
2.9. Kariyojenik mikroorganizmalar	30
2.9.1. <i>Streptococcus mutans</i>	30
2.9.2. <i>Lactobacillus acidophilus</i>	31
2.10. Tarama Elektron Mikroskopisi (Scanning Electron Microscopy-SEM)	32
2.11. Spektrofotometri	33
3. GEREÇ VE YÖNTEM	35
3.1. Örneklerin hazırlanması	35
3.1.1. Renklenme deneyi için kron örneklerin hazırlanması	35

3.1.2. Mikroorganizma tutunma deneyi için mine – dentin kesitlerinin hazırlanması	36
3.2. Ağartma tedavilerinin uygulanması	36
3.3. Yüzey tedavilerinin uygulanması	37
3.4. Mikroorganizmaların hazırlanması	38
3.5. Deney aşamaları	39
3.5.1. A (renklenme) grubunun deney aşamaları	40
3.5.2. B (M.O. tutunması) grubunun deney aşamaları	40
3.6. Verilerin toplanması	42
3.6.1. A (Renklenme) grubunun verilerinin toplanması	42
3.6.2. B (M.O. tutunması) grubunun verilerinin toplanması	44
3.6.3. SEM görüntülemesi	45
3.7. İstatistiksel değerlendirme	45
4. BULGULAR	46
4.1. Renklenme deneyi gruplarına ait veriler ve grupların karşılaştırmaları	47
4.2. Mikroorganizma tutunma deneyi gruplarına ait veriler ve grupların karşılaştırmaları	50

4.2.1. <i>S.mutans</i> ve <i>L.acidophilus</i> ana gruplarının karşılaştırılması	50
4.2.2. <i>S.mutans</i> grubu alt gruplarına ait veriler	50
4.2.3. <i>S.mutans</i> alt gruplarının karşılaştırılması	51
4.2.4. <i>L.acidophilus</i> grubu alt gruplarına ait veriler	56
4.2.5. <i>L.acidophilus</i> grubu alt gruplarının karşılaştırılması	57
5. TARTIŞMA	63
5.1. Ağartma yönteminin seçimi	65
5.2. Ağartma tedavisi sonrası yeniden renklenme	66
5.3. Ağartma tedavisi sonrası mikroorganizma tutunması	69
5.4. Yüzey tedavisi ajanları	71
5.5. Bulgular üzerine	73
5.5.1. Renklenmeyi önleyici etki	73
5.5.2. Mikroorganizma tutunmasını önleyici etki	74
6. SONUÇLAR	78
7. ÖZET	80
8. SUMMARY	82
9. KAYNAKLAR	84
10. EKLER	105
11. ÖZGEÇMİŞ	108

ŞEKİLLER

Şekil 1 : Diş renklenmelerinin sınıflandırılması

Şekil 2 : Asidik pH'ta hidrojen peroksitin iyonizasyonu

Şekil 3 : Tamponlanmış hidrojen peroksitin iyonizasyonu

Şekil 4 : Dişlerin ağartılması sırasındaki oksidasyon işlemi

Şekil 5 : Karbopollü ve karbopolsüz karbamid peroksit ağartma solüsyonlarının zamana bağlı olarak değişen aktiviteleri

Şekil 6 : Fenton reaksiyonu

Şekil 7 : Foto-fenton reaksiyonu

Şekil 8 : Spektrofotometrenin veri toplarken referans aldığı renk ölçüm cetveli

Şekil 9 : ΔE değerinin hesaplanması

Şekil 10: Renklenme deneyi alt gruplarındaki renk değişimi (ΔE) ortalamalarının sütun grafiklerle karşılaştırılması

Şekil 11: *S.mutans* grubu alt gruplarında tutunan mikroorganizma sayısı ortalamalarının sütun grafiklerle karşılaştırılması

Şekil 12: *L.acidophilus* grubu alt grup ortalamalarının sütun grafiklerle karşılaştırılması

RESİMLER

Resim 1 : A) Gram boyası ile boyanan *S.mutans*'ın görüntüsü
B) SEM görüntüsü

Resim 2 : A) Gram boyası ile boyanan *L.acidophilus*'un görüntüsü
B) SEM görüntüsü

- Resim 3** : Servikal bölümleri kapatılmış kron örnekler
- Resim 4** : Mum tabakaya sabitlenmiş örnekler
- Resim 5** : Işık aktivasyonu ve % 35 H₂O₂ ile ağartma işlemi
- Resim 6** : Yüzey tedavi ajanları
- Resim 7** : Yüzey tedavi ajanlarının hazırlanması
- Resim 8** : Yüzey tedavi ajanlarının uygulanması
- Resim 9** : Spektrofotometre cihazı
- Resim 10**: Spektrofotometre ile renk ölçümü yapılması
- Resim 11**: A) Işık mikroskopunda mine kesitlerinin incelenmesi
B) *S. mutans* kolonisi görüntüsü
- Resim 12**: Vakumlu Au-Pd kaplama Cihazı
- Resim 13**: SEM görüntüleme cihazı
- Resim 14**: Negatif kontrol grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü
- Resim 15**: Pozitif kontrol grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü
- Resim 16**: CPP-ACP grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü
- Resim 17**: CPP-ACPF grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü
- Resim 18**: NaF grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü
- Resim 19**: APF grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü
- Resim 20**: Arginin grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü
- Resim 21**: Negatif kontrol grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü
- Resim 22**: Pozitif kontrol grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü
- Resim 23**: CPP-ACPF grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü
- Resim 24**: CPP-ACPF grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü
- Resim 25**: NaF grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü
- Resim 26**: APF grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü
- Resim 27**: Arginin grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü

TABLULAR

Tablo 1 : Nathoo'nun dış kaynaklı renklenme sınıflandırması

Tablo 2 : Prathap ve ark.'nın kaynağına ve oluşum şekline göre dış kaynaklı renklenme sınıflandırması

Tablo 3 : Renklenmenin tipi, kaynağı, görünüşü ve sık görüldüğü bölgeler

Tablo 4 : Gıdalarda çeşitli boya uygulamaları

Tablo 5 : İç kaynaklı renklenme nedenleri

Tablo 6 : Nightguard ağartma tedavilerinde kullanılan bazı ticari ürünler

Tablo 7 : Ofis tipi ağartma tedavilerinde kullanılan bazı ticari ürünler

Tablo 8 : Sherman'a göre streptokok sınıflandırması

Tablo 9 : Deney gruplarındaki örneklerin sayısal dağılımı

Tablo 10: Renklenme deneyi alt gruplarına uygulanan işlemler

Tablo 11: *S.mutans* tutunması deneyi alt gruplarına uygulanan işlemler

Tablo 12: *L.acidophilus* tutunması deneyi alt gruplarına uygulanan işlemler

Tablo 13: Renklenme deneyi grubundan elde edilen renk değişimi verilerinin normal dağılıp dağılmadığını gösteren Kolmogorov – Smirnov testi sonuçları

Tablo 14: *S.mutans* grubundan elde edilen verilerin normal dağılıp dağılmadığını gösteren Kolmogorov – Smirnov testi sonuçları

Tablo 15: *L.acidophilus* grubundan elde edilen verilerin normal dağılıp dağılmadığını gösteren Kolmogorov – Smirnov testi sonuçları

Tablo 16: Gruplardaki toplam renk tonu değişimleri (ΔE)

Tablo 17: Renklenme deneyi alt gruplarının istatistiksel verileri

Tablo 18: Renklenme deneyi alt gruplarındaki renk değişimi (ΔE) ortalamalarının Mann – Whitney U Testi ile yapılan karşılaştırmaları

Tablo 19: *S.mutans* ve *L.acidophilus* alt gruplarında tutunan mikroorganizma sayılarının Mann-Whitney U testi ile parametrik olmayan karşılaştırması

Tablo 20: *S.mutans* grubunun alt gruplarına ait örneklerin saha sayımı sonuçları

Tablo 21: *S.mutans* grubu alt gruplarının istatistiksel verileri

Tablo 22: *S.mutans* grubu alt gruplarının Tukey testi ile karşılaştırılması

Tablo 23: *L.acidophilus* grubunun alt gruplarına ait örneklerin saha sayımı sonuçları

Tablo 24: *L.acidophilus* grubu alt gruplarının istatistiksel verileri

Tablo 25: *L.acidophilus* grubu alt gruplarının Tukey testi ile karşılaştırılması

KISALTMALAR

H₂O₂	: Hidrojen peroksit
H	: Hidrojen
O	: Oksijen
H₂O[·]	: Perhidroksil
H₂O	: Su
CO₂	: Karbondioksit
NH₂·CO·NH₂	: Karbamid peroksit
LED	: Light Emitting Diode (Işık yayan diyot)
UV	: Ultraviyole (mor ötesi)
Nd:YAG	: Neodymium-doped yttrium aluminum garnet
KTP	: Potassium titanyl phosphate (KTiOPO ₄)
Fe	: Demir
OH	: Hidroksil
Ca	: Kalsiyum
P	: Fosfat
HCl	: Hidroklorik asit
NaF	: Sodyum florür
APF	: Asidüle fosfat florid
CPP-ACP	: Kazein fosfopeptid amorf kalsiyum fosfat
CPP-ACPF	: Kazein fosfopeptid amorf kalsiyum fosfat florür
kV	: Kilovolt

SEMBOLLER

µm : mikrometre

µg : mikrogram

µl : mikrolitre

mm : milimetre

gr : gram

mL : mikrolitre

ppm : parts per million

mg : miligram

°C : santigrat derece

1. GİRİŞ

Estetik görünüm, güzel bir gülümsemeye doğrudan ilişkilidir. Gülümsememizi taçlandıran ise sağlıklı, beyaz ve parlak görümlü dişlerdir. İyi bir ağız bakımıyla dişlerin ve dişetlerinin sağlıklı olması sağlansa da çeşitli hastalıklar, kimyasal maddeler, kullanılan ilaçlar ve tüketim alışkanlıkları dişlerin doğal renginin bozulmasına sebep olabilmektedir.

Dişlerdeki renklenmelerin, bireyin kendi ağız bakımı ile çözemeyeceği kadar ileri boyutlara ulaştığı durumlarda devreye diş hekimliği bilimi girmektedir. Diş hekimliğinde asırlardır bireylerin estetik kaygılarına cevap verebilmek adına çeşitli yöntemler ve tedaviler geliştirilmiştir. Bu tedavilerden birisi de dişlerdeki renklenmelerin giderilebilmesi amacıyla uygulanan ağartma (bleaching) tedavisidir.

Başarılı bir ağartma tedavisinde, dişin doğal yapısının elverdiği sınırlar içinde renklenmelerin giderilmesi, diş ve çevre dokularda geri dönüşümsüz hasarların oluşmasının engellenmesi ve renk tonunda kalıcılığın sağlanması amaçlanmaktadır.

Her tedavi yönteminde olduğu gibi ağartma tedavisinde de bazı komplikasyonlar meydana gelebilmektedir. Bunların en önemlileri canlı dişlerde gelişebilecek duyarlılık sorunu, diş minesinde aşırı demineralizasyon nedeniyle madde kaybı oluşması ve tedavi sonrası elde edilen rengin kalıcılığının korunamamasıdır. Bunun ana sebebi, ağartma tedavisinde kullanılan kimyasal ajanların konsantrasyonuna ve uygulama süresine bağlı olarak görülebilen, mine dokusunda yüzey morfolojisi değişimi, pürüzlülüğün artması ve mikrosertlik azalmasıdır.

Çeşitli gözlem yöntemlerine ve ağartma tekniklerine dayanarak yapılan çalışmalarda çelişkili sonuçlar elde edilmiştir. Bazı araştırmacılar mine yüzeyinde herhangi bir değişim ya da mikrosertlikte azalma gözlemlenmezken, bazıları farklı derecelerde yüzey değişimleri ve mikrosertlikte azalma gözlemlenmişlerdir¹⁻³.

Ağartma tedavisi sonrasında mine yüzeyinin kimyasal yapısının değişmesi nedeniyle mikroorganizmaların tutunması kolaylaşmaktadır. Mine yüzeyine tutunan çürük yapıcı (karyojenik) mikroorganizma türlerinin artması, demineralizasyonu artırarak kavite oluşumuna yol açabilmektedir.

Gürkan ve ark.⁴ ile Zheng⁵ ve ark. yaptıkları çalışmalarda ağartma tedavisi uygulanan mine yüzeyine *S.mutans* tutunmasının arttığını belirlemişlerdir.

Hosoya ve ark.⁶ tekrarlayan ağartmanın mine yüzey gürlülüğünü ve *S.mutans* tutunmasını artırdığını göstermişlerdir.

McCracken ve Haywood⁷ mine yüzeyinden kalsiyum kaybı olduğunu, Burgmaier ve ark.⁸ mineye yapısal olarak bağlanan florürün azaldığını gözlemlemişlerdir.

Ağartma işlemi sonrasında mine yüzeyinde oluşan bu değişiklikler, demineralizasyon ve duyarlılık sorununu çözmek amacıyla, yüzeyden kaybedilen minerallerin yerine konulmasını hedefleyen yüzey tedavilerinin uygulanması düşünülmüştür⁹⁻¹².

Yapılan bazı çalışmalarda, ağartma tedavisi yapılmış minede ortaya çıkan mikrosertlik kaybının ağartma işleminin hemen ardından

uygulanan bir remineralizasyon periyoduyla geri kazandırılabilceğini ortaya koymuştur^{9,10}.

Singh ve ark.¹¹ yaptıkları çalışmada, ağartma işleminden hemen sonra hala demineralize halde bulunan mine yüzeyine florid ve kazein fosfopeptid amorf kalsiyum fosfat ile yaptıkları yüzey tedavisinin, duyarlılığı ve kromojen maddelerin emilimini azalttığını bulmuşlardır.

Ley ve ark.¹³, ağartma tedavisinin ardından mine yüzeyine uygulanan asidüle fosfat florürün kırmızı şarap tüketimine bağılı renklenmeyi azaltabileceğini göstermişlerdir.

Özyurt ve Erten¹⁴, ağartma tedavisi sonrası topikal florür uygulamasının gıda boyalarından kaynaklanan renklenmeyi engelleyebileceği bulgusuna ulaşmışlardır.

Mineye uygulanan ağartma tedavisinin hemen ardından yapılan yüzey tedavilerinin duyarlılığı azaltacağı, renklenmeye yol açabilecek maddelerin emilimini engelleyebileceği ve böylelikle ağartma işleminin kalıcılığını artırabileceği düşünölmektedir.

Bu çalışmanın amacı, ağartma tedavisinin hemen ardından mine yüzeyine topikal olarak uygulanan bazı yüzey tedavilerinin, yeniden renklenmeyi ve bazı karyojenik mikroorganizmaların mine yüzeyine tutunmasını engelleyici etkisinin karşılaştırılarak değerlendirilmesidir.

Bu amaç doğrultusunda, çalışma iki ana gruba ayrılarak yüzey tedavilerinin yeniden renklenmeyi önleyici etkisi ve mikroorganizma tutunmasını önleyici etkisi ayrı olarak incelenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Dişlerdeki Renklenmelerin Nedenleri

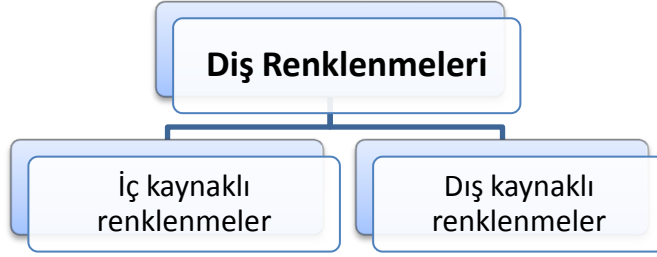
Her insanın ten ve göz renginde olduğu gibi dişlerinin doğal renk tonlarında da farklılıklar bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, aynı bireye ait dişlerin renk tonu arasında da farklılıklar bulunabilir. Bu farklılık, dişlerin ağız içinde buldukları konum, sürme zamanları ve fonksiyonlarından kaynaklanmaktadır¹⁵. Diş minesinin gingival, insizal ve servikal bölgelerdeki kalınlığı ve ışığı yansıtma özelliklerinde de farklılıklar gözlenmektedir¹⁶.

Dişlerin sürmesinden sonra fizyolojik yaşlanma, mine dokusunda aşınma ve pigmentasyonun da etkisiyle diş renginde koyulaşma meydana gelebilmektedir. Ancak, dişlerin bu doğal renklenmesinin dışında gelişimsel veya çevresel etkenler nedeniyle de renklenmeler oluşabilmektedir¹⁷.

Ağartma tedavisinin başarısı birçok faktöre bağlı olmakla birlikte, en önemlisi renklenme nedeninin belirlenmesidir. Dişlerdeki renklenmelerin bazıları tek bir nedene bağlı olarak meydana gelmekle birlikte, bazen bir dişte farklı nedenlerle oluşmuş birden fazla renklenme de gözlemlenebilmektedir¹⁵. Doğru tedavi yöntemini seçebilmek için klinik muayenede öncelikle dişlerdeki boyanma ile renk bozukluklarının birbirinden ayırt edilmesi gerekmektedir.

Tütün ürünleri, çay, kahve, şarap, vişne, ahududu, gıda boyası içeren ürünler, bazı ağız çalkalama solüsyonları, kromojen bakteriler, dental plak ve diş taşı oluşumu dişlerde boyanmalara ve renk değişimine sebep olmaktadır. Dişlerin gelişimleri sırasında ortaya çıkan bazı hastalıklar,

travmalar, çürükler, alınan bazı kimyasal maddeler (florür ve tetrasiklin gibi), amalgam dolgu, kanal tedavisi ve post - core uygulamaları ise renk bozukluklarına neden olmaktadır^{15, 18-47}.



Şekil 1: Dış renklenmelerinin sınıflandırılması⁴⁸

2.1.1. Dış Kaynaklı Renklenmeler

Dış kaynaklı renklenmeler oluşum şekline göre Nathoo⁴⁹ tarafından sınıflandırılmıştır (Tablo 1). Dış kaynaklı renklenmelerde, renklenmeye neden olan maddelerin diş yüzeylerine değişik kuvvetlerle çekilerek bağlanmaları söz konusudur⁴⁹.

Tablo 1: Nathoo'nun dış kaynaklı renklenme sınıflandırması⁴⁹

Renklenme Tipi	Oluşumu
N1 tip renklenme (direkt diş renklenmesi)	Renkli madde (kromojen) dişe bağlanır ve renklenmeyi oluşturur. Kromojenin rengi ile dişteki renklenme benzerdir. (Örn.; çay, kahve, şarap, gıda boyaları)
N2 tip renklenme (direkt diş renklenmesi)	Renkli madde (kromojen) dişe bağlanınca rengi değişir. (Örn.; pelikül renginin değişmesi)
N3 tip renklenme (indirekt diş renklenmesi)	Renksiz madde ya da prekromojen dişe bağlanır ve renklenmeyi oluşturan bir kimyasal ile reaksiyona girer. (Örn.; klorheksidin, kalay florür)

Prathap ve ark.⁵⁰ ise dış kaynaklı renklenmeleri kaynağına ve oluşum şekline göre sınıflandırmışlardır (Tablo 2).

Tablo 2: Prathap ve ark.'nın kaynağına ve oluşum şekline göre dış kaynaklı renklenme sınıflandırması

Dış Kaynaklı Renklenmeler	
Oluşum şekline göre	Kaynağına göre
<i>Direkt</i>	<i>Metalik</i>
<i>İndirekt</i>	<i>Metalik olmayan</i>

Prathap ve ark.⁵⁰ renklenmenin rengine göre kaynağın tespit edilebileceğini ve bu renklenmelerin dış yüzeylerinde nerede ve nasıl oluşabileceğini bildirmişlerdir (Tablo 3).

Tablo 3: Renklenmenin tipi, kaynağı, görünüşü ve sık görüldüğü bölgeler (Prathap ve ark. 2013).

Renklenmenin tipi	Kaynağı veya etkeni	Dış yüzeyindeki görünüşü	Sık görüldüğü bölgeler
Kahverengi	Tanin, kahve, çay,yetersiz fırçalama ya da yetersiz ağız bakım ürünleri, kromojen bakteriler	İnce, şeffaf pelikül	Maksiler molar dişlerin bukkal yüzeyleri ve mandibular keserlerin lingual yüzeyleri
Siyah	Tütün ürünlerinden kaynaklanan yanmış katran, tütün içeren sıvılar, demir içeren solüsyonlar, manganez ve gümüşe maruz kalma	İnatçı koyu kahverengi ya da siyah renklenme	Tüm dişi kapsar, pit ve fissürlerde yaygın

Siyah	Kadınlarda yaygın görülen tiptir, mükemmel ağız hijyeninde bile görülebilir. Şu durumlarda tekrarlama eğilimi yüksektir: 1) Çocuklarda düşük insidansta çürük 2) Kromojenik bakteriler; gram pozitif çubuklar, <i>Actinomyces</i> türleri, <i>Bacteriodes melaninogenicus</i>	Diş yüzeyine zayıf şekilde tutunmuş ince siyah çizgiler	1) Dişin bukkal ve lingual yüzeylerinin gingival marjinde yakın 2) Ara yüzeylerde dağınık lekeler şeklinde görülebilir
Turuncu	Kromojenik bakteriler; <i>Serratia marcescens</i> , <i>Flavobactraium lutescens</i> , krom asidi dumanına maruz kalma	Belirtilmemiş	Dişlerin bukkal ve lingual yüzeylerinde
Yeşil	Dekompoze olmuş hemoglobin, kromojenik bakteri artıkları (florosan bakteriler, Fungi-Aspergillus) veya günlük plak temizliği yetersizliği nedeniyle çocuklarda sık görülür. Ağız çalkalama solüsyonlarındaki bakır nedeniyle veya bakır ve nikel bulunan fabrika ortamında çalışanlarda görülebilir	Yeşil ve yeşilimsi ya da sarı renk oldukça kalın lekeler, minenin nasmyth zarı artıkları olarak da değerlendirilebilir	Maksiler keser dişlerin bukkal yüzeyleri
Metalik	Metaller veya metalik tuzlar. Metaller dişe penetre olarak kalıcı kümeler oluşturur ya da pelikıla bağlanarak yüzey renklenmesi yaratır. Metallerin kaynakları; metal içeren restorasyonlar, metal tozu soluyan işçiler, oral yodan alınan bazı ilaçlar	Bakır-yeşil, demir-kahverengi, magnezyum siyah, gümüş-siyah, iyodin-siyah, nikel- yeşil leke oluşturur. Dişe penetre olan metaller kalıcı İrenklenmeler oluştururken pelikıla bağlananlar yüzeyde lekelenme yaparlar	Tüm diş yüzeyleri
Sarı-kahverengi	Klorheksidinin pelikıl, plak bileşenleri, çürük lezyonları ve bakteri duvarlarında bulunan sülfata afinitesi vardır. Bu nedenle ağız boşluğunda bağlanarak dokularda renklenmelere neden olur	Sarı-kahverengi, kahverengi. Kalıcı değil, fırçalamayla uzaklaştırılabilir	Dişin servikali ve ara yüzeyler, plak ve restorasyonlar, dil kökü

Sarı lekeler	Fenol içeren ağız çalkalama solüsyonları ve yağ özütü	Belirtilmemiş	Belirtilmemiş
Altın kahverengi	Kalay florür	Belirtilmemiş	Belirtilmemiş
Mor-siyah	Potasyum permanganat içeren ağız çalkalama solüsyonları	Belirtilmemiş	Belirtilmemiş
Kızıl siyah	Doğu yarımkürede uyarıcı olarak yaygın şekilde tüketilen betel fındığı ve yaprakları	Betel yapraklarının çiğnenmesi sonucu diş yüzeylerinde kalan kalın, sert, koyu kahverengi veya siyah lekeler	Tüm dişlerin bukkal, lingual ve çiğneyici yüzeyleri

Çeşitli gıda maddelerine talebi artırmak veya üretimde ortaya çıkan renk farklılıklarını kontrol edebilmek adına gıdalara boya ilavesi dünyada asırlardır uygulanmaktadır⁵¹.

Tablo 4: Gıdalarda çeşitli boya uygulamaları⁵¹

Ürün	Boya	Oran (mg/kg)
<u>Meyve suları</u>		
Portakal suyu	Sunset yellow	40
Limon suyu	Tartarazin	30
Vişne suyu	Ponceau 4R	50
Çilek suyu	Carmoisin+ Sunset yellow	50
Ahududu suyu	Carmoisin+ Ponceau 4R	60
<u>Şekerli ürünler</u>		
Portakallı şeker	Sunset yellow	80
Limonlu şeker	Tartarazin	60
Çilekli şeker	Ponceau 4R	60
Vişneli şeker	Kantaksantin	150
Çokolatalı şeker	Chocolate Brwon HT	120
Karamelalar	Sunset yellow + Amarant + Tartarazin + Green S	80

Ahududulu şeker	Carmoisin	100
Meyan şeker	Carmoisin + Tartarazin + Green S	120
Vişne reçeli	Amarant	60
<u>Pastacılık Ürünleri</u>		
Çikolatalı pasta	Chocolate Brown	200
Kahvaltılık yemiş	Tartarazin	70
Sade kekler	Tartarazin + Sunset yellow	40
Gofretler	Ponceau 4R	60
<u>Süt Ürünleri</u>		
Çilekli yoğurt	Ponceau 4R	40
Muzlu sütler	Tartarazin + Sunset yellow	20
Çikolatalı sütler	Sunset yellow +Amarant + Indigo karmen	100
Krem karamel	Sunset yellow + Carmoisine + Indigo karmen	60
Eritme peynirler	Apokarotenal (% 2)	300-400

Diğer renklenme yapan tüketim ürünleri veya kimyasal maddelerin aksine, gıda boyalarının oldukça yaygın bir kullanım alanına sahip olduğu görülmektedir. Bu ürünler, tüm popülasyon tarafından değişen miktarlarda tüketilmektedir. Bu verilere bakıldığında, ağartma tedavisi sonrası gıda boyası içeren ürünlerin tüketilme olasılığının diğer maddelere maruz kalma olasılığından daha fazla oluşu ortaya çıkmaktadır.

Tüketim ürünlerinin içeriğinde bulunan bu sentetik boyalar (gıda boyaları) diş yüzeylerinde renklenmelere neden olabilmektedirler^{14, 23}. Gıda boyalarının asidik pH'larda dişlerde daha yoğun renklenmelere neden olduğu gösterilmiştir²³. Bu bulgu, ağartma tedavisinin ardından pH'ın düşmesi nedeniyle gıda boyalarının renklenme yapabilme kapasitelerinin artabileceğini düşündürmektedir.

2.1.2. İç Kaynaklı Renklenmeler

İç kaynaklı renklenmeler, dişlerin gelişimi sırasında olanlar ve dişlerin gelişimlerini tamamlayıp sürmesinden sonra olanlar olmak üzere iki bölümde sınıflandırılabilir (Tablo 5).

Tablo 5: İç kaynaklı renklenme nedenleri

İç Kaynaklı Renklenmeler		
Dişlerin gelişimi sırasında olanlar	Alkaptonüri Konjenital eritropoetik porfiri Konjenital hiperbilluribinemi Mine hipoplazisi Fenilketanüri Hemolitik anemi	Amelogenesis imperfekta Dentinogenesis imperfekta White spot lezyonlar Florozis Tetrasiklin West Sendromu
Dişlerin sürmesinden sonra olanlar	Travma Restoratif materyaller (amalgam, kompozit, pin, post) Endodontik tedavi (pulpa dokusu artıkları, kanal dolgu patları, irrigasyon ve pansuman materyalleri) Yaşlanma	

2.2. Dişlerin Ağartılması

Bireylerin diş estetiklerine verdikleri önem, diş hekimleri ve medya tarafından bilinçlendirilmeleri, sosyo-ekonomik ve kültürel düzeylerinin yükselmesiyle orantılı olarak artış göstermiştir. Hastaların diş estetiklerine olan ilgi ve duyarlılıkları incelendiğinde geçmişte de bu konunun kişiler için sorun oluşturduğu anlaşılmaktadır¹⁷. 1800'lü yıllarda estetik diş hekimliği önem kazanmaya başlamış⁵² ve renklenmiş, pulpasız

(devital) dişin ağartılması işlemi ilk defa 1864 yılında Truman⁵³ tarafından araştırılmıştır.

Özellikle devital dişlerin ağartılması için, çeşitli direkt veya indirekt okside edici ajanlar kullanılarak ağartma işlemleri yapılmaya çalışılmıştır⁵⁴. 1800'lü yıllarda, kimyasal madde üreticisi çok az olduğu için hekimler kendileri değişik solüsyonlarla ağartma yapmaya çalışmışlar⁵⁵ ve oksalik asit, klorit, sodyum hipoklorit, sodyum perborat gibi kimyasal ajanları bu amaçla kullanmışlardır⁵⁶. 1884 yılında ilk defa Harlan⁵⁷, 'hidrojen dioksit' olarak adlandırdığı hidrojen peroksitin ağartma için kullanılabileceğini belirtmiştir. 1918'de Abbot⁵⁸ süperoksol (% 30 hidrojen peroksit); 1924'te Prinz⁵⁹ sodyum perborat + süperoksol kullandıkları çalışmalarını yayınlamışlardır. 1961'de Spasser⁶⁰ sodyum perborat ve su kullandığı 'Walking Bleach' tekniğini tanıtmıştır. 1962'de Nutting ve Poe⁶¹, bu teknikteki suyun yerine % 30-35'lik hidrojen peroksit kullanarak ağartma etkinliğini artırmaya çalışmışlardır. 1966'de McInnes kendi adını verdiği teknikte % 35 hidrojen peroksit, HCl ve anestezik eteri vital dişleri ağartmak için kullanmıştır⁶². 1968'de ortodontist Klusmier'in, periodontitis tedavisi için antiseptik olarak kullandığı % 10 karbamid peroksitin dişlerde ağartma etkisi gösterdiğini keşfetmesi 'Nightguard Vital Bleaching' yönteminin doğuşu olmuştur⁶³. %10 karbamid peroksit yerleştirilmiş plağın gece boyu ağızda tutulması şeklinde uygulanan yöntem ise, 1989'da Haywood ve Heymann tarafından açıklanmıştır⁶⁴.

Kimyasal ajanların ağartma etkinliğini artırarak işlemi hızlandırmak için ışık kaynakları^{65, 66}, ısı⁶⁶⁻⁷¹ ve elektrik akımı^{54, 58, 72} kullanımı da araştırmacılar tarafından önerilmiştir. 1991'de peroksit içeren ürünlerin ışıkla aktivasyonu yaygınlaşırken, 1996'da lazerle aktivasyon yöntemi kullanılmaya başlanmıştır¹⁷. Son yıllarda, ozonun ağartma etkinliği üzerine araştırmalar yapılmaya başlanmıştır^{73, 74}.

Haywood ve Heymann'ın⁶⁴ 1989 yılında peroksit içerikli jel sistemlerini tanıtmasıyla, ağartma tedavisi kozmetik diş hekimliğinde popülerlik kazanmaya başlamıştır. Aktive edilerek etkisi artırılan hidrojen peroksit ya da düşük konsantrasyonda karbamid peroksit ile yapılan ağartma, renklenmiş dişlerin konservatif tedavisi olarak son 30 yılda artarak kabul gören uygulamalar olmuştur^{55, 64, 75-78}. Günümüzde, ana etken madde olarak hidrojen peroksit veya karbamid peroksit içeren ürünler yaygın olarak kullanılmaktadır.

Son yıllarda, ağartma ürünleri ve uygulama yöntemlerindeki yaratıcı gelişmeler, üreticinin doğrudan tüketiciye ulaşabileceği 'Over the Counter' (OTC) ürünlerinin doğmasını sağlamıştır⁵². Ağartma etkisi olduğu iddia edilen birçok diş macunu, ağız çalkalama solüsyonu, strip, kalem vb. ürün piyasada bulunabilmekte ve hekim denetimi olmaksızın kullanılabilir.

2.3. Ağartma Tedavilerinde Kullanılan Kimyasal Ajanlar

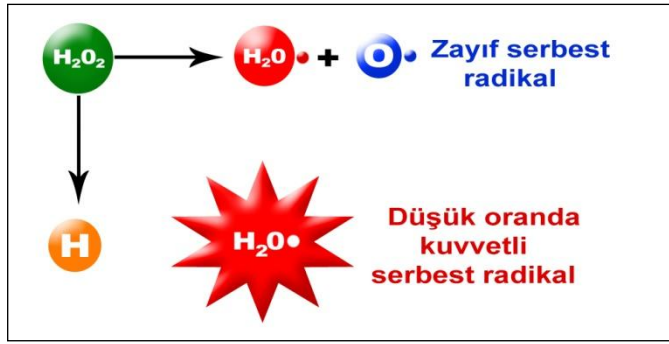
Ağartmada değişik konsantrasyonlarda hidrojen peroksit, karbamid peroksit, sodyum perborat ve sodyum perkarbonat bileşikleri kullanılmaktadır.

2.3.1. Hidrojen Peroksit (H₂O₂)

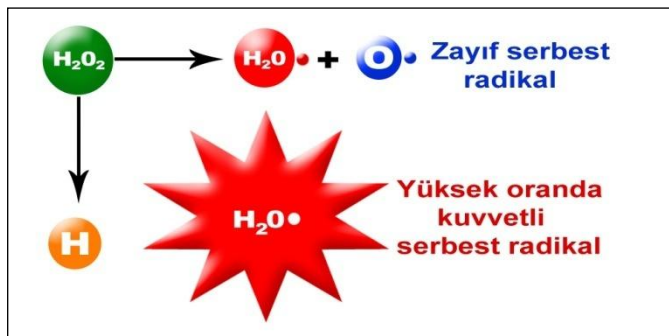
Hidrojen peroksitin % 35'lik sudaki solüsyonu en çok kullanılan ağartma ajanıdır. Konsantrasyonu arttıkça etkinliği artmaktadır. Serbest radikaller açığa çıkarabilen, okside edici ve stabil olmayan kimyasal bir bileşiktir. Yapısı bozduğunda en kuvvetli serbest oksijen radikallerinden olan perhidroksil açığa çıkmaktadır (Şekil 2 ve 3). Bu

reaksiyon ortamın pH'ından ve ortamda bulunan çeşitli maddelerden etkilenebilmektedir ve en etkili pH 9.5 – 10.8'dir¹⁷.

Açığa çıkan kuvvetli serbest oksijen radikalleri dişlerin inorganik yapılarında bulunan renkli organik bileşiklerle reaksiyona girmekte ya da inorganik yapılar arasındaki boşluklara yayılmaktadır¹⁷. Bu şekilde renkli bileşiklerin kimyasal yapıları bozularak renksiz yeni bileşikler oluşmaktadır. Hidrojen peroksit sadece yüzeysel renklenmelerde değil, derin mine ve dentin renklenmelerinde de etkisini gösterebilmektedir⁷⁹.



Şekil 2: Asidik pH'ta hidrojen peroksitin iyonizasyonu¹⁷



Şekil 3: Tamponlanmış hidrojen peroksitin iyonizasyonu (pH 9.5-10.8)¹⁷

Diş ağartılmasında kullanılan hidrojen peroksit, mine ve dentinin organik matriksi içerisine diffüze olur. Radikaller eşleşmemiş elektronlara sahip oldukları için, aşırı derecede elektrofildirler. Stabil duruma geçmek için, devamlı olarak diğer organik moleküllere saldırırlar ve

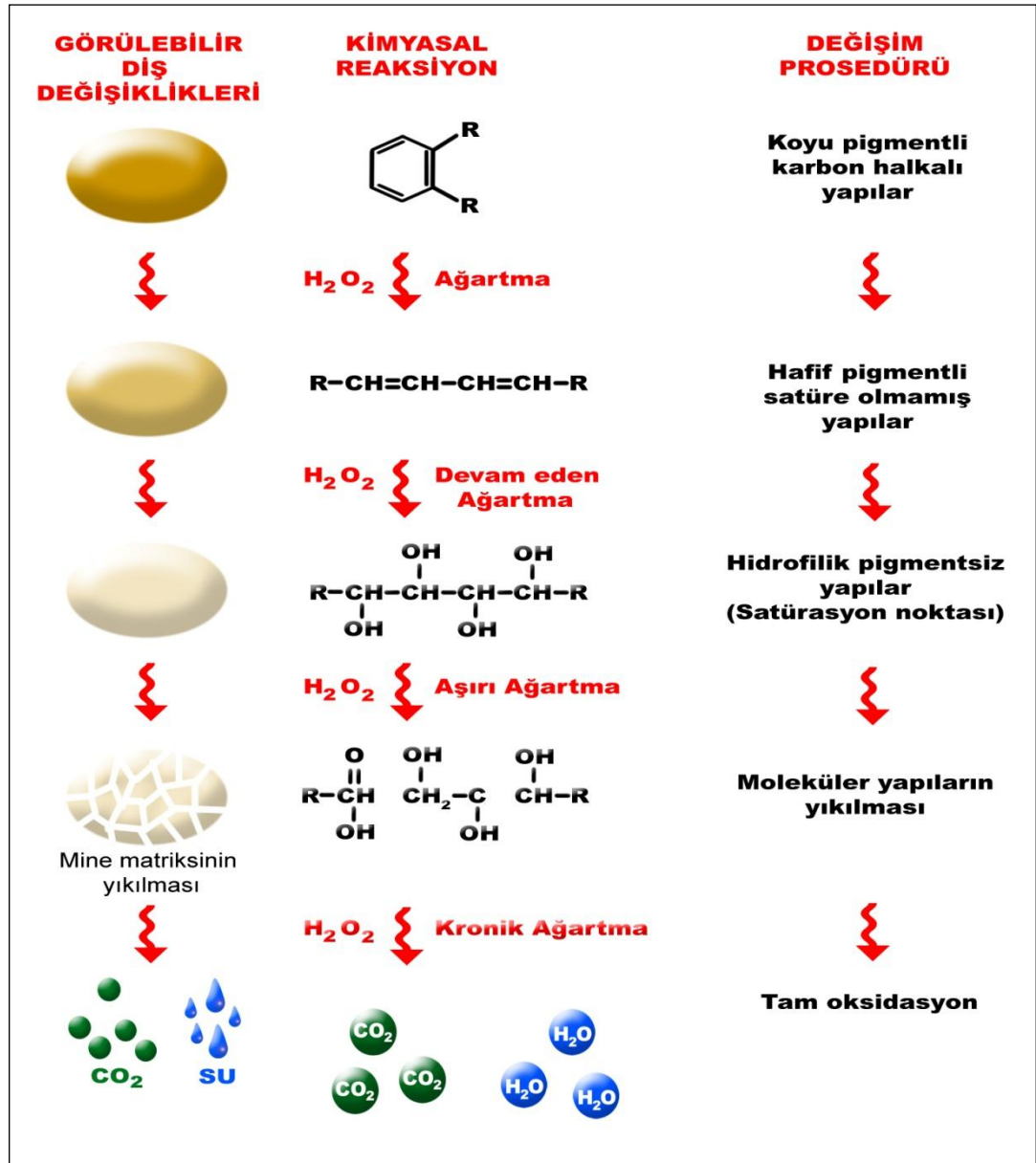
oksijen radikalleri oluştururlar. Radikaller en çok doymamış bağlarla reaksiyona girerler. Bu da, diş minesinin organik moleküllerinin absorpsiyon enerjisinin değişmesine ve elektron konjugasyonunun bozulmasına neden olur. Buna bağlı olarak, daha az ışık yansıtan basit moleküller meydana gelir. Böylelikle ağarma sağlanmış olur¹⁷.

Ağartma işlemi, minenin inorganik tuzları arasında kalan boşluklara okside edici maddenin (hidrojen peroksit) penetre olması ve organik materyal ile reaksiyona girmesi sonucunda gerçekleşir. Ağartma işlemi sırasında, ileri derecede pigmentasyonlu karbon-halkalı bileşikler açılarak, daha açık renkli zincirlere dönüştürülür. Örneğin karbon çift bağlı bileşikler genellikle sarı renktedirler ve alkol benzeri hidroksil gruplarına döndürüldüklerinde renksiz hale gelirler. Bu işlem materyal tümüyle ağarana kadar devam eder⁸⁰.

Ağartmaya devam edildikçe, ortamda sadece hidrofilik renksiz yapıların kaldığı bir düzeye ulaşılır. Bu materyalin doyum noktasıdır. Ağartma bir anda yavaşlar. Eğer ağartmaya devam edilirse, proteinlerin karbon bağları ve diğer karbon içeren materyaller yıkılmaya başlar. Hidroksil grupları içeren bileşikler çoğunlukla renksizdirler. Bu gruplar bölünmeye başlarlar. Materyal çok daha ufak parçalara ayrılır. Geriye kalan materyalin çok hızlı bir şekilde karbondioksit ve suya dönüşmesi ile birlikte minedeki madde kaybı da hızlanır (Şekil 4)¹⁷.

Ağartma işleminin en son aşaması, diğer bütün oksidasyon işlemlerinde de olduğu gibi, mine yapısının bozulması ve kaybıdır¹⁷. Bu yüzden diş hekimi, durma noktasını bilmeli ve işlemi bu noktada veya daha öncesinde bitirebilmelidir. Çünkü daha ileri tedaviyle madde kaybı sonucu oluşan matlaşma ve artmış porözite, ağartma ile kazanılan sonucu geriye

çevirir. Optimal ağartma, maksimum beyazlığı sağlar. Bununla beraber aşırı ağartma, beyazlama sağlamaksızın minede hasara yol açar⁸¹.

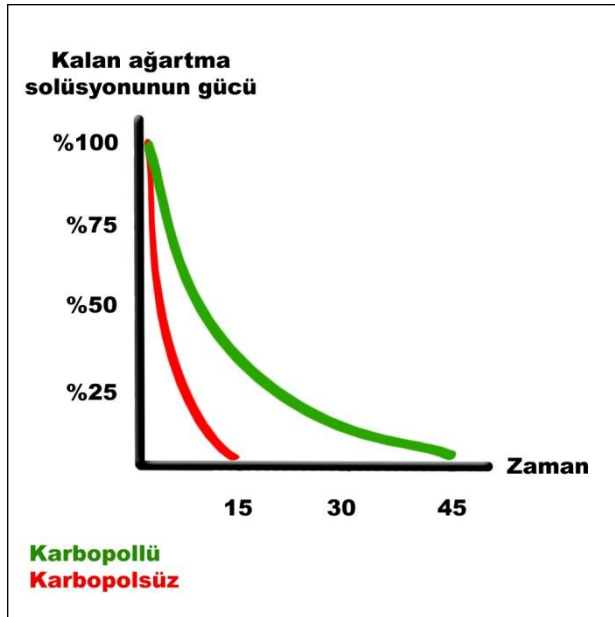


Şekil 4: Dişlerin ağartılması sırasındaki oksidasyon işlemi, optimal ağartmanın gerçekleştiği doyma noktası, diyagramın ortasında gösterilmiştir¹⁷

2.3.2. Karbamid Peroksit ($\text{NH}_2\cdot\text{CO}\cdot\text{NH}_2$)

Üre hidrojen peroksit olarak da bilinen karbamid peroksit % 3-25 konsantrasyonlarda bulunur. Dişlerin ağartılmasında karbamid peroksit % 10-25'lik konsantrasyonlarda kullanılmaktadır. % 10'luk karbamid peroksit, % 3.6'lık hidrojen peroksit ve %7-10 üreye ayrışmaktadır. Hidrojen peroksit oksijen ve suya, üre ise amonyak ve karbondioksite indirgenir⁸².

Sonuçta oluşan H_2O_2 Şekil 2 ve 3'te gösterildiği şekilde iyonize olur. Karbamid peroksitli ürünler, karbopol içerirler ve gliserin bazlıdır. Karbopol, hidrojen peroksit salımını yavaşlatır ve kıvamı artırarak dişe yapışmayı kolaylaştırır (Şekil 5). Ancak ağartma işleminin etkinliğini değiştirmez. Karbamid peroksit ağartma ürünleri, raf ömrünü uzatmak amacıyla çok hafif asidik hazırlanır. Daha aktif perhidroksil radikali (HO_2) oluşturmak için hidrojen peroksit içeren solüsyon tamponlanır¹⁷.



Şekil 5: Karbopolü ve karbopolsüz karbamid peroksit ağartma solüsyonlarının zamana bağlı olarak değişen aktiviteleri¹⁷

Aynı reaksiyonlar karbamid peroksit bileşikleri için de geçerlidir. Burada karbamid peroksitten serbest oksijen radikallerinin açığa çıkması daha yavaş ve uzun süren bir dizi kimyasal reaksiyonla olabilmektedir. İşlemin büyük bir bölümü oksidasyondur. Organik materyal kimyasal bir işleme karbondioksit ve suya kadar dönüşebilmektedir¹⁷.

2.3.3. Sodyum Perborat

Sodyum perborat, renksiz, kristal yapıda toz halinde çeşitli ticari preparatların içeriğinde bulunmaktadır. Taze olduğunda % 95 perborat ve % 9.9 oksijen içerir. Kuru olduğunda stabildir. Bununla beraber asit ortamda, ılık havada veya suyla sodyum metaborat, hidrojen peroksit ve serbest oksijen haline dönmemektedir. Tüm sodyum perborat preparatları alkalendir. Sodyum perborat, oksijenli su solüsyonlarından daha kolay kontrol edilir ve güvenilirdir¹⁷.

Araştırmacılar, % 30'luk hidrojen peroksitin düşük pH nedeniyle dentin tübüllerinde genişlemeye yol açtığını, ancak sodyum perboratın dental dokular üzerine hiçbir zararlı etkisi olmadığını bulmuşlardır⁸³. Ağartma tedavilerinde sodyum perboratın daha çok tetrahidrat formu kullanılmaktadır. Ancak yapılan çalışmalarda değişik formları arasında ağartma etkinliği açısından fark görülmemiştir^{84, 85}.

2.3.4. Sodyum Perkarbonat

Hidrojen peroksit ve sodyum karbonatın birleştirilmesiyle elde edilen, kokusuz bir toz olup aktif oksijen radikalleri açığa çıkarma özelliğine sahiptir. Yapılan sitotoksisite ve genotoksisite çalışmalarında diğer ağartma ajanlarıyla benzer etkiler gösterdiği belirlenmiştir⁸⁶.

2.4. Ağartma Tedavisinde Kullanılan Işık Kaynakları

İlk ağartma uygulamalarında ısı kaynakları kullanılmıştır. Bu amaçla özel lambalar ya da ısıtılmış el aletlerinden yararlanılmıştır. Günümüzde farklı ışık kaynaklarıyla ağartma ajanlarının aktivasyonu hızlandırılmaya çalışılmaktadır¹⁷. Kullanılan ışık kaynakları halojen ışık cihazları, lazer enerjisi, plazma ark ışık cihazları, LED ışık cihazları ve son yıllarda geliştirilen UV ışın yayan ışık cihazlarıdır.

Işık aktivasyonu ile hidrojen peroksitten serbest oksijen radikallerinin açığa çıkma süreci hızlanmaktadır. Aslında hiçbir ısı ya da ışık kaynağı kullanmasa bile bu reaksiyon gerçekleşebilmektedir. Çünkü kullanılan hidrojen peroksit kimyasal yapı olarak stabil olmayıp, bozunmaya eğilimlidir. Ancak kullanılan ısı ya da ışık bu reaksiyonun hızlandırılmasını sağlamaktadır¹⁷.

Işık kaynaklarının çoğunda görülebilir spektrumda ışık kullanılırken, bazı ışık kaynaklarında kızıl ötesi ve mor ötesi ışıklar da kullanılmıştır. Bazıları sadece ağartma tedavisine özel üretilirken, bazıları hem ağartma hem de restoratif materyallerin polimerizasyonu amacıyla kullanılabilir⁸⁷.

Lazer enerjisi de ağartma işlemini hızlandırmaktadır. CO₂ ve Argon lazerleri ağartma işleminde kullanılabilir. Lazer, hidrojen peroksit ile oluşan reaksiyonu katalize etmek amacıyla kullanılmaktadır. Günümüzde bu amaçla daha çok Nd:YAG lazer ve bu lazerin önüne bir filtre yerleştirilerek elde edilmiş olan KTP lazerler kullanılmaktadır⁸⁸. Lazer enerjisi, dereceli ve ani olarak kontrollü bir şekilde artırılabilir. Lazer ışık kaynaklarının dezavantajları, maliyetinin yüksek olması ve kullanımını için özel eğitim gerektirmesidir¹⁷.

Gerek halojen gerekse de lazerin dezavantajları nedeniyle yeni ışık kaynakları arayışına girilmiş ve plazma ark adı verilen cihazlar geliştirilmiştir. Plazma ark cihazlarında, xenon plazma kısa ark lambaları kullanılarak yüksek düzeyde enerji elde edilebilmiştir. Ancak bu cihazlar da halojen ışık cihazlarına oranla daha pahalıdır ve 500-5000 saat arası sınırlı lamba ömürleri bulunmaktadır. Plazma ark ışık cihazlarıyla aynı anda birçok dişe işlem yapılabilmesi, ağartma tedavisini hızlandırmakta ve işlem süresini kısaltmaktadır.

Yeni geliştirilen bir ağartma sisteminde hidrojen peroksit aktivasyonu için UV ışık kaynağı kullanılmaktadır. Ağartma kitinin içerisinde hidrojen peroksit içeren ve Fe^{+2} iyonları içeren iki ayrı jel bulunmaktadır. Kullanımdan önce bu iki jel karıştırılarak fenton reaksiyonu ortaya çıkması amaçlanmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6: Fenton reaksiyonu

Ağartma jeli UV ışık enerjisine maruz kaldığında ortaya foto-fenton reaksiyonu çıkmaktadır (Şekil 7). Bu reaksiyon daha fazla serbest radikal açığa çıkmasını sağlayarak ağartmanın etkinliğini artırmaktadır. Bu reaksiyon iki yönlü olması sebebiyle kendini yenileyebilmekte ve hiçbir zaman sonlanmamaktadır.



Şekil 7: Foto-fenton reaksiyonu

2.5. Güncel Vital Ağartma Yöntemleri

2.5.1. Diş Hekimi Denetiminde Hasta Tarafından Evde Uygulanan Ağartma Yöntemi (Nightguard)

Jel formundaki ağartıcı materyalin geceleri koruyucu plak yardımıyla ev ortamında hastanın kendisi tarafından dişlerine uygulanması nedeniyle "Nightguard" yöntemi olarak adlandırılmıştır. Daha sonra uygulamanın hastanın her boş zamanında yapılabilmesi nedeniyle 'Evde ağartma' adını almıştır. Diğer yöntemlerde yüksek konsantrasyonlarda kullanılan ve hızlı olarak etkisini gösteren karbamid peroksit, bu yöntemde düşük konsantrasyonda ve uzun süreli olarak uygulanmaktadır. Böylelikle ağartma ajanının emilimi artmaktadır¹⁷.

Piyasada bulunan ev tipi ağartma maddelerinin uygulama süreleri ve konsantrasyonlarında farklılıklar bulunmaktadır (Tablo 6).

Tablo 6: Nightguard ağartma tedavilerinde kullanılan bazı ticari ürünler

Firma	Ürün adı	Aktif içerik	Uyg. Sür.
Biocosmetics	Youtuel Patient	Karbamid peroksit (%10 -16 - 22)	1-2 saat
Biocosmetics	Youtuel 7 Hours	Karbamid peroksit (%10)	7 saat
Colgate	Platinum Overnight	Karbamid peroksit (%10)	8 saat
Colgate	Visible Night	Hidrojen peroksit (%5-7-9)	8 saat
Dentsply	Nupro White Gold	Karbamid peroksit (%10 - 15)	8 saat
Discus Dental	Night White ACP	Karbamid peroksit (%10 -16 - 22)	8 saat
Discus Dental	Day White ACP	Hidrojen peroksit (%7.5-9.5)	8 saat
Edge Dental	Fusion 2	Karbamid peroksit (%18.5)	1 saat
FGM	Whiteness Perfect	Karbamid Peroksit (%16)	4 - 6 saat
GC America	GC Tion TWS	Karbamid peroksit (%15)	10 saat

Ivoclar Vivadent	Viva Style	Karbamid peroksit (%10 -16 - 22)	8 saat
Lumalite	Luma White	Karbamid Peroksit (%22)	24 dk.
Lumibrite	Sapphire	Karbamid Peroksit (%32)	30 dk.
Omni Products	White and Brite	Karbamid peroksit (%10 -16 - 22)	8 saat
Premier Dental Products	Perfect Bravo	Hidrojen peroksit (%9)	30 dk.
Premier Dental Products	Perfecta REV	Hidrojen peroksit (%14)	20 dk.
SDI	Pola Zing	Karbamid Peroksit (%35)	30 dk.
Southern Dental Industries	Pola Day	Hidrojen peroksit (%3 – 7.5 – 9.5)	30 dk.
Southern Dental Industries	Pola Night	Karbamid peroksit (%10 -16 - 22)	40 dk.
Ultradent Products	Opalescence PF Home	Karbamid peroksit (%10 -15 - 20)	10 saat
Ultradent Products	Treswhite Supreme	Hidrojen peroksit (%10)	30-60 dk.

İçerdikleri karbamid peroksitin konsantrasyonu % 10- 15 olanlar bulunduğu gibi % 20-30 arasında değişen yüksek konsantrasyonlarda olan kitler de bulunmaktadır. Ağartma maddelerinin yoğunluklarındaki bu artış uygulama sürelerinde kısaltmaya neden olmuştur. Bu durum hastalar için kullanım kolaylığı sağlamakla beraber, dişlerdeki duyarlılığın şiddetinde ve görülme sıklığında artışa neden olabilmektedir. Duyarlılığın önlenmesi ya da en düşük seviyeye indirilebilmesi açısından, konsantrasyonu düşük ağartma materyalleriyle tedaviye başlanması önerilmektedir¹⁷.

2.5.2. Diş Hekimi Tarafından Klinikte Uygulanan Ağartma Yöntemi (Ofis Tipi)

Diş hekimi tarafından klinikte uygulanan ağartma yöntemidir. Genelde, toz – likit, likit veya jel formunda % 30- 38'lik hidrojen peroksit içeren kitler kullanılmaktadır. Bazı ticari ürünlerde karbamid peroksit veya hidrojen peroksit - karbamid peroksit karışımı da bulunabilmektedir. Ürünlerin konsantrasyonunda ve aktivasyonunda farklılıklar olmakla beraber uygulama teknikleri aynıdır. Ağartma jeli renklenmiş diş yüzeyine yerleştirilerek ışık kaynağı sabit bir şekilde, üreticinin belirttiği sürede jele uygulanmaktadır. Uygulama süresi 30 dakikayla 1 saat arasında değişebilmektedir. Elde edilen sonuca göre tedavi sonlandırılır veya tekrar edilebilir. Ağartmanın başarısına ve hastanın tüketim alışkanlıklarına bağlı olarak periyodik aralıklarla tedavinin tekrar uygulanması gerekebilmektedir¹⁷.

Tablo 7: Ofis tipi ağartma tedavilerinde kullanılan bazı ticari ürünler

Firma	Ürün adı	Aktif içerik	Işık/ısı kaynağı
Biocosmetics	Youtuel Special	Hidrojen peroksit (%35)	Yok
Biocosmetics	Youtuel CP	Karbamid Peroksit (%30)	Yok
Biolase	Laser smile	Hidrojen peroksit (%37)	Işık
Brite Smile	Brite Smile	Hidrojen peroksit (%15)	Işık
DC International	Pearl White Smile	Hidrojen oksit (%30)	Lazer
Dentsply	Illimune	Hidrojen peroksit (%15)	Yok
Dentsply	Nupro White Gold	Hidrojen peroksit (%36)	Yok
Discus Dental	Zoom AP	Hidrojen peroksit (%25)	UV ışık
Evolve Dental Tech. Inc.	Deep Bleaching Max	Hidrojen peroksit (%9) Hidrojen Peroksit (%27)	Işık
FGM	Whiteness HP	Hidrojen peroksit (%35)	Işık
GC America	GC Tion TWS	Hidrojen peroksit (%20)	Işık
GDF	Perfect White	Hidrojen peroksit (%35)	Işık
Heraeus Kulzer	Venus White MAX	Hidrojen perokist (%38)	Yok

Life-Like Cosmetic	Prophy White	Hidrojen peroksit (%35)	Yok
Luma Life	Luma White Plus	Hidrojen peroksit (%35)	Işık
OMNII Oral Pharmaceuticals	White&Brite 30	Karbamid peroksit (%30)	Yok
Philips Oral Healthcare	Brite Smile	Hidrojen Peroksit (%15-25)	Işık
Philips Oral Healthcare	Zoom White Speed	Karbamid peroksit (%14) Hidrojen peroksit (%22) karışımı	Işık
Premier Dental Products	Perfection White	Hidrojen peroksit (%35)	Yok
RemeDent	Reme White	Hidrojen peroksit (%38)	Işık
SDI	Pola Office	Hidrojen peroksit (%35)	Yok
Shofu Dental	Niveous	Hidrojen peroksit (%25)	Yok
Southern Dental Industries	Pola Office	Hidrojen peroksit (%35)	Işık
Spectrum Dental	Contrastam	Hidrojen peroksit (%35)	Işık/Işıksız
Temrex	Star White	Hidrojen peroksit (%16)	Yok
Temrex	Gel White	Karbamid peroksit (%16)	Yok
Ultradent	Opalescence Xtra Boost	Hidrojen peroksit (%16)	Yok
Ultradent	Opalascence Boost PF	Hidrojen Perokist (%40)	Yok
Vista Dental Products	Fluorescent Express White	Hidrojen Perokist (%35)	Yok

2.6. Güncel Devital Ağartma Yöntemleri

Devital ağartma, canlı olmayan dişlerdeki renklenmelerin giderilmesi amacıyla yapılmaktadır. Travma, hemoraji ya da yetersiz restorasyonlar nedeniyle pulpa yapısının bozulması veya kök kanal

tedavisinde kullanılan kanal patları sebebiyle devital dişlerde renk değişimi görülebilmektedir¹⁷.

Bu tür dişlerde uygulanan 3 ayrı yöntem bulunmaktadır. En eski olanı 'Walking Bleach' yöntemi olup, bunun dışında internal ve eksternal uygulamaların birlikte yapıldığı (inside/outside teknik) bir yöntem ve ofis ağartma yöntemi uygulanmaktadır⁸⁹. 'Walking bleach' tekniği ilk olarak Spasser⁶⁰ tarafından tanımlanmıştır. Bu teknik, suyla karıştırılan sodyum perboratın giriş kavitesi içine yerleştirilmesi şeklinde uygulanmıştır. Daha sonra bu teknik, sodyum perboratın hidrojen peroksitle karıştırılarak uygulanması şeklinde modifiye edilmiştir⁶¹. Her iki teknikte de giriş kavitesine ağartma ajanı yerleştirildikten sonra üzeri kapatılarak birkaç gün beklenmektedir. Teknik, adını bu bekleme süresinden almıştır.

Günümüzde yeni geliştirilen jel sistemlerinin pulpa odasına yerleştirilmesiyle uygulamalar yapılmaktadır. Jel pulpa odasında 1-2 gün bekletilmektedir. Hızlı uygulamalarda jel üzerine ışık tutarak (fotokatalitik aktivasyon) ağartmayı hızlandırıcı etki elde edilmeye çalışılmaktadır. Dişlerin bukkal yüzeylerine de ağartma jeli yerleştirilip ışık uygulaması yapılabilmekte, yani devital dişlerde ofis ağartma yöntemleri de uygulanabilmektedir. Tüm ışık kaynakları bu amaçla kullanılabilir¹⁷.

2.7. Ağartma Tedavisinin Mine Dokusu Üzerine Etkileri

Ağartma tedavisinde kullanılan çeşitli kimyasal ajanların ve yöntemlerin diş dokuları üzerindeki etkileri birçok araştırmacı tarafından değişik yönlerden incelenmiştir.

Wandera ve ark.⁷⁹ ile Rotstein ve arkadaşlarının⁸² incelemelerinde minede herhangi bir değişiklik görülmezken, dentin ve

sementte Ca/P oranında belirgin azalma, peroksit uygulaması sonrası Ca düzeyinde azalma belirlenmiştir. 240 saat süreli uygulamada minede 25 µm derinliğinde sertlik azalması saptanmıştır. Bu azalma (1 µg/mm Ca⁺) asitli içeceklerle meydana gelen kayba eşit bulunmuştur.

McCracken ve Haywood⁷ mine yüzeyinden kalsiyum kaybı olduğunu, Burgmaier ve ark.⁸ minede yapısal olarak bağlanan florürün azaldığını gözlemlemişlerdir.

% 30'luk hidrojen peroksit ve % 10'luk karbamid peroksit kullanılan minede herhangi bir morfolojik değişikliğe neden olmazken, artan konsantrasyon hafif morfolojik düzensizliklere neden olabilmektedir¹⁷. Ersöz ve ark.⁹⁰ ile Oltu ve Gürkan⁸³ porözitede artış, mine prizmalarında açılma ve kraterleşme saptamışlardır.

Cimilli ve ark.⁸⁵ farklı konsantrasyonlarda karbamid peroksit içeren ağartma ajanlarının minenin kimyasal kompozisyonuna etkilerini inceledikleri çalışmalarında X ışınları difraktometresi, infrared absorpsiyon spektrofotometresi ve Fourier transform infrared spektrofotometresinden yararlanarak Nite-White ağartma ajanının kullanıldığı test gruplarında, hidroksilapatit yapıda primer kalsiyum ortofosfat şeklinde yeni bir bileşiğin oluştuğunu belirlemişlerdir.

Değişik konsantrasyonlardaki karbamid peroksitin, mine yüzey sertliğini konsantrasyon ve uygulama sıklığı ile orantılı olarak azalttığı belirlenmiştir⁸⁴. Berger ve ark.⁹¹ diş yüzeylerine hidrojen peroksit uygulamasının minede mineral kaybına neden olduğu ışık ile aktivasyonun ise bu kaybı daha da arttırdığını belirlemişlerdir.

Tezel ve ark.⁹² yaptıkları araştırmada % 38'lik hidrojen peroksit uygulamasının ve % 35'lik hidrojen peroksitin ışık ile birlikte uygulanmasının, % 10'luk karbamid peroksit uygulamasına göre minede daha fazla kalsiyum kaybına neden olduğunu belirlemişlerdir.

Ulukapı⁸⁹, 2007 yılında yaptığı araştırmada, % 18'lik HCl ile mikroabrazyon, ısı ile aktive edilmiş % 35'lik hidrojen peroksit ve % 10'luk karbamid peroksitin mine sertliği üzerine etkinliğini araştırmış ve karbamid peroksit hariç diğer iki tekniğin minede sertliğin azalmasına neden olduğunu belirlemiştir.

Bu araştırmaların sonuçlarına bakıldığında, ağartma tedavisinin ardından diş sert dokularında kullanılan kimyasal ajanlara, bu ajanların konsantrasyonlarına ve uygulama tekniklerine bağlı olarak değişen düzeylerde mineral kaybına (demineralizasyon), yüzey mikrosertliğinin azalmasına ve yüzey pürüzlülüğünün artmasına neden olduğu görölmektedir. Araştırmacılar bu nedenle, ağartma tedavisinin ardından mine yüzeyine kromojen maddelerin ve çürük yapıcı mikroorganizmaların tutunmasının artabileceğini düşünmektedirler⁴⁻⁶.

2.8. Yüzey Tedavileri

Ağartma tedavisinin ardından mine yüzeyinde demineralizasyon oluşması, mikrosertlik azalması ve mine geçirgenliğin artması gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu bulgular, kullanılan ağartma ajanı ve ağartma yöntemine göre değişen boyutlarda görülebilmektedir.

Ağartma tedavisinden sonra canlı dişlerde duyarlılık oluşması ve minenin renklenmeye ya da çürük yapıcı mikroorganizmaların tutunmasına daha elverişli hale gelmesi söz konusudur^{4-6, 13, 23, 93, 94}.

Yapılan *in vitro* çalışmalarda, çürüğe yatkınlığın arttığı^{95, 96}, aşırı ağartma tedavisi sonucu mine renginde bozulma olduğu⁹⁷ ve pigmentasyonun artabileceğini göstermiştir^{98, 99}. Renklenmeyi değerlendiren çalışmalarda ağartma tedavisinin ardından tüketilen çay, kahve, kırmızı şarap nedeniyle minede tekrar renklenme oluşabileceği gösterilmiştir^{100, 101}.

Bazı araştırmacılar, dekalsifikasyon, pörözite ve topografik değişimlere yol açan mineral kaybının renklenmeye elverişli bir ortam hazırladığını düşünmektedir^{102, 103}.

Mine dokusunda ortaya çıkan değişimlerden ötürü ağartma tedavilerinin ardından mine yüzeyine çeşitli remineralize edici ajanların uygulanması düşünülmüştür.

Florür bileşikleri, önemli remineralizasyon ajanlarıdır. İçme suyu, süt, sofr tuzu gibi tüketim ürünlerine eklenerek ya da tablet formunda sistemik olarak alınabilmektedir. Diş yüzeylerine topikal uygulama için ise sodyum florür (NaF) veya asidüle fosfat florür bileşikleri (APF) içeren jeller, diş macunları, ağız çalkalama solüsyonları ve vernikler kullanılmaktadır. Florür iyonları minenin yapısına katılarak asitlere karşı oldukça dirençli florapatit kristallerini oluşturmaktadırlar. Bu nedenle florürlü bileşikler, kavitasyon oluşmamış çürük lezyonlarının tedavisinde önemli bir yer tutmaktadır.

Florürün remineralizasyona katkısından dolayı ağartma tedavisinden sonra uygulanmasının mine yüzeyini onarabileceği

düşünülmüştür. Düşük konsantrasyonlarda florürlü bileşiklerin bile mine ve dentin remineralizasyonunda yararlı olduğu bilinmektedir¹⁰⁴. Ancak, florür iyonlarının uygulandıklarında ortamda ancak yeterli derecede kalsiyum ve fosfat iyonları bulunduğunda beyaz lezyonların remineralizasyonunu sağlayabileceğini belirten çalışmalar bulunmaktadır¹⁰⁴.

Kalsiyum ve fosfat iyonlarının klinik olarak uygulanmasındaki en önemli zorluk, florür varlığında kalsiyum ve fosfatın düşük çözünürlük göstermesidir¹⁰⁵. Birçok araştırmacı mineral kaybı olan diş yüzeylerinde remineralizasyonu sağlamak amacıyla farklı çözeltileri araştırmışlardır^{104, 106-116}. Bu çalışmalar sonucunda yüksek konsantrasyonda kalsiyum ve fosfat içeren sistemler geliştirilmiştir. Kristalin kalsiyum fosfat, kararsız amorf kalsiyum fosfat ve kararlı amorf kalsiyum fosfat içeren bileşikler remineralizasyon amacıyla geliştirilen yeni sistemlerdir¹⁰⁵.

Kazein fosfopeptidlerinin birçok çalışmada çürük önleyici etkilerinin gösterilmesinden dolayı süt ve süt ürünlerinin tüketimi, ağız sağlığı için yararlı görülmektedir¹¹⁷⁻¹²⁰. Bu özellikleri yapılarındaki kalsiyum, fosfat ve kazein ile ilgilidir^{117, 121}. İnek sütünün mine alt tabakalarında remineralizasyon yapabilme yeteneği McDougall¹²² ile Mor ve Rodda¹²³ tarafından *in vitro* olarak gösterilmiştir. Kazein sütteki proteinlerin yaklaşık % 80'ini oluşturan ana protein grubu olup, kalsiyum ve fosfatı bağlamaktadır¹²⁴. Bu durum kazein fosfopeptid - kararlı amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP) ve kazein fosfopeptid - kararlı amorf kalsiyum fosfat florür (CPP-ACPF) bileşiklerini temel alan remineralizasyon teknolojisinin geliştirilmesini sağlamıştır^{125, 126}. Yapılan çalışmalarda CPP-ACP ve CPP-ACPF içeren bazı ürünlerin remineralizasyonu teşvik ettiği doğrulanmıştır^{11, 127, 128}.

Bu ürünlerin ağartma tedavisinden sonra kullanılmasının mine yüzey özelliklerini iyileştirebileceği düşünülmektedir. Singh ve ark.¹¹ yaptıkları çalışmada ağartma tedavisinden sonra yüzey hala demineralize durumda iken uygulanan CPP-ACP'nin yeniden renklenmeyi ve duyarlılığı azalttığı bulgusuna ulaşmışlardır. Bayrak ve ark.¹²⁷, ağartma tedavisinden sonra günlük olarak uygulanan CPP-ACP veya CPP-ACPF patının mikrosertlik artışı sağladığını bildirmişlerdir.

Yakın zamanda % 8 arginin, kalsiyum karbonat içeren, dentin tübüllerini tıkayarak dişte görülecek duyarlılığın önlenmesini amaçlayan bir profilaksi patı piyasaya sürülmüştür. Açığa çıkmış dentin yüzeyine uygulandığında, patın dentin tübüllerini tıkayarak duyarlılığa yol açan termodinamik hareketi engellediği bilinmektedir. Patın ağartma tedavisinden sonra mine yüzeyinde kullanıldığı bir çalışmada, mine yüzeyinin mikrosertliğinde CPP-ACP ve APF'ye eşit bir iyileşme sağladığı belirlenmiştir¹²⁸.

Yapılan araştırmaların sonuçları, ağartma tedavisinden sonra uygulanacak yüzey tedavilerinin mine yüzey özelliklerini iyileştirebileceğini göstermektedir. Yüzey tedavileri yardımıyla yeniden renklenmenin ve mikroorganizmaların tutunmasının engellenmesi mümkün gözükmektedir.

2.9. Karyojenik Mikroorganizmalar

Karyojenik mikroorganizmaların ortak özellikleri birçok şeker türünü metabolize edebilmeleri, oluşan biyofilmi yoğunlaştırarak daha sıkı yapışma sağlayabilmeleri, laktik asit üretebilmeleri ve yarattıkları asidik ortamda varlıklarını sürdürebilmeleridir.

Çürük oluşumuna sebep olan birçok karyojenik mikroorganizma türü bulunmaktadır. Ancak bu mikroorganizmalardan en önemlileri, Mutans streptokokları ve Laktobasillerdir. İnsan dışında çürük oluşumuyla ilişkili olan başlıca mikroorganizmalar olarak görülürler.¹²⁹⁻¹³¹ Dişlerinde çürük bulunan bireylerin ağız floralarında özellikle Streptokoklar, Laktobasiller ve Aktinomiçes türleri tespit edilmiştir¹³². Shivakumar ve arkadaşlarına¹³³ göre, çürüğün başlamasından ve gelişmesinden ana sorumlu mikroorganizma türleri *S.mutans*, *L.acidophilus* ve *A.viscosus*'tur¹³³.

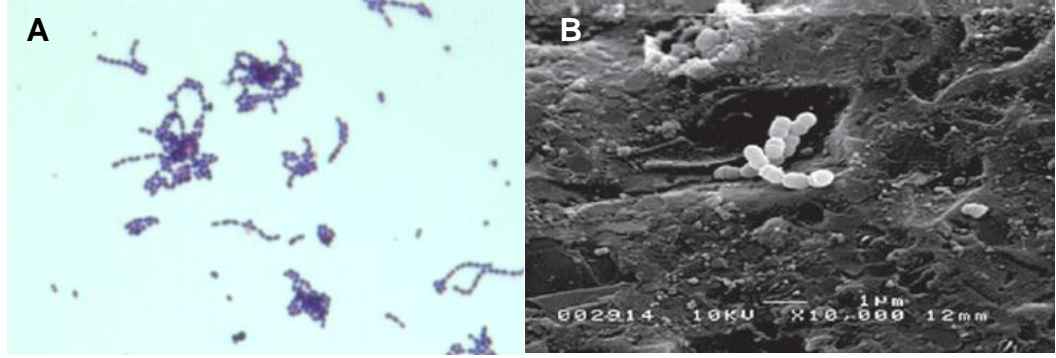
2.9.1. Streptococcus mutans

Streptokoklar, gram pozitif, hareketsiz, fakültatif kok zincirlerdir. Sherman'a¹³² göre streptokokların sınıflandırması tabloda verilmiştir.

Tablo 8: Sherman'a göre streptokok sınıflandırması

Tür	Örnek
Piyojenik	<i>S.agalactie</i> , <i>S.equi</i> , <i>S.iniae</i> , <i>S.pneumoniae</i> , <i>S.pyogenes</i>
Viridans	<i>S.mutans</i> , <i>S.salivarius</i> , <i>S.sanguis</i> , <i>S.sabrinus</i> , <i>S.criceteus</i>
Laktik	<i>S.lactis</i> , <i>S.raffinolactis</i>
Enterokok	<i>S.avium</i> , <i>S.faecalis</i> , <i>S.faecium</i> , <i>S.gallinarium</i>

S.mutans, başlangıç çürüklerinden izole edilebilen 0.5-0.75 µm çapında, gram pozitif, hareketsiz, fakültatif bir oral bakteridir. Zincir şeklinde koloni yapar. Gram boyası ile koyu mavi ya da mor renk boyanabilmektedir (Resim 1).



Resim 1: A) Gram boyası ile boyanan *S.mutans*'ın görüntüsü* B) SEM görüntüsü¹³⁴

Ağız boşluğu, farenks ve ince bağırsak *S.mutans*'ın birincil yaşam alanlarıdır¹³⁵. Çürük oluşumunda mine yüzeyine tutunabilme, asidik metabolitleri üretebilme, glikojen rezervi yapabilme ve ekstraselüler polisakkaritleri sentezleyebilme gibi birçok faktör etkilidir^{135, 136}. Diş çürüğü etiolojisinde *S.mutans* ve *S.sobrinus*'un rolü büyüktür^{134,135}, çünkü bu türler mine yüzeyinde oluşan pelikula ve diğer plak bakterilerine tutunabilmektedirler^{132, 137}. *S.mutans*, karbonhidratları parçalayarak hızlı ve bol miktarda asit üretmektedir^{132, 138}. Bu durum, pH'ın düşmesi ve asidik bir ortam oluşması nedeniyle diş çürüğü riskini artırmaktadır^{132, 138}.

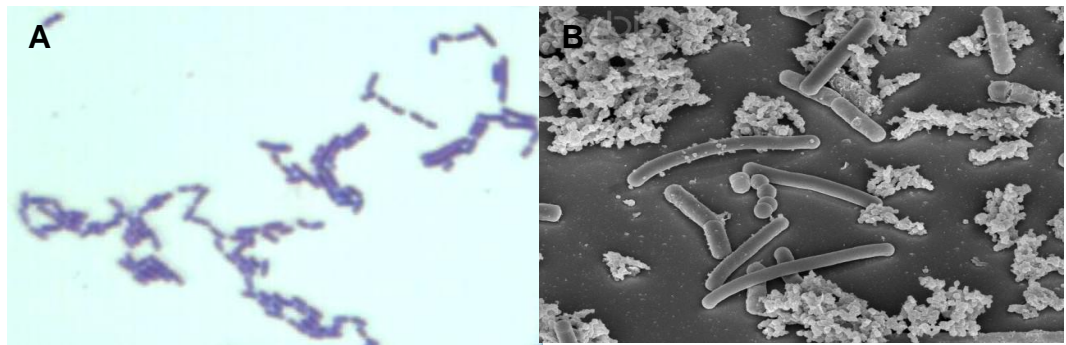
Yapılan çalışmalarda Zheng ve ark.⁵, % 35 hidrojen peroksit ile yapılan ağartmanın mine yüzeyinde *S.mutans* tutunmasını artırdığı, Hosoya ve ark.⁶, % 35 hidrojen peroksit ile yapılan ağartmanın hem mine yüzey pürüzlülüğünü hem de *S.mutans* tutunmasını artırdığı, Gürgan ve ark.⁴ % 10 karbamid peroksit ile yapılan ağartmanın yüzey pürüzlülüğünü değiştirmedeğini ancak *S.mutans* tutunmasını artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu çalışmalarda, bu durumun çürük oluşumu riskini artırabileceği şeklinde bir ortak görüş belirtilmiştir.

*Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı laboratuvarı arşivinden alınmıştır.

2.9.2. *Lactobacillus acidophilus*

Laktobasiller gram pozitif, uzun çomak şeklinde zincir yapabilen mikroorganizmalardır. Anaerop veya fakültatif anaeropturlar. Bazı türleri hareketlidir. Karbonhidratları sindirerek laktik asit üretirler¹³⁸. Hem üredikleri ortamda asit üretirler hem de asidik ortamda kolaylıkla ürerler (Hem asidürik hem de asidofiliktir). Ortam pH'sını 4.0'ın altına düşürebilirler. Sağlıklı insanların dahi bağırsak, ağız ve vajina florasında bulunabilirler. Kariyojeniteleri yüksektir¹³². Diş yüzeyine afinitesi yoktur, bu yüzden çürüğün başlamasından çok ilerlemesinde etkinlerdir¹³⁹. Karyojenik türlerine örnek olarak *L.acidophilus*, *L.casei*, *L.saivarius* verilebilir.

L.acidophilus, 0.9 - 6.0 µm büyüklükte ve çomak şeklindedir. Optimal üreme sıcaklığı 37°C olup 45°C'ye kadar varlığını sürdürebilir. Ağızda en sık rastlanılan mikroorganizma olmamasına rağmen karyojenik potansiyeli yüksektir¹³². Karbonhidratları parçalayarak bol miktarda laktik asit açığa çıkartır. Bunun sonucu olarak ortam pH'ı düşmekte, demineralizasyon ve çürük oluşumu riski artmaktadır^{132, 138}. Gram boyası ile koyu mavi ya da mor renk boyanabilmektedirler (Resim 2).



Resim 2: A) Gram boyası ile boyanan Laktobasil'in görüntüsü* B) SEM görüntüsü¹⁴⁰

*Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı laboratuvarı arşivinden alınmıştır.

2.10. Tarama Elektron Mikroskopisi (Scanning Electron Microscopy-SEM)

İnsan gözünün çok ince ayrıntıları görebilme olanağı sınırlıdır. Bu nedenle görüntü iletimini sağlayan ışık yollarının merceklerle değiştirilerek, daha küçük ayrıntıların görülebilmesine olanak sağlayan optik cihazlar geliştirilmiştir. Ancak bu cihazlar, gerek büyütme miktarlarının sınırlı oluşu gerekse elde edilen görüntü üzerinde işlem yapma imkânının olmayışı nedeniyle araştırmacıları bu temel üzerinde yeni sistemler geliştirmeye yöneltmiştir. Elektronik ve optik sistemlerin birlikte kullanımı ile yüksek büyütmelerde üzerinde işlem ve analizler yapılabilen görüntülerin elde edildiği cihazlar geliştirilmiştir¹⁴¹.

Tarama Elektron Mikroskobu, birçok dalda araştırma-geliştirme çalışmalarında kullanımı yanında, sanayide hata analizlerinde, biyolojik bilimlerde, tıp ve kriminal uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. İlk ticari taramalı elektron mikroskobu 1965'de kullanılmaya başlanmış, bundan sonra teknik gelişmeler birbirini izlemiştir¹⁴¹.

Tarama Elektron Mikroskobunda görüntü, yüksek voltaj ile hızlandırılmış elektronların örnek üzerine odaklanması, bu elektron demetinin numune yüzeyinde taratılması sırasında elektron ve örnek atomları arasında oluşan çeşitli girişimler sonucunda meydana gelen etkilerin, uygun algılayıcılarda toplanması ve sinyal güçlendiricilerinden geçirildikten sonra bir katot ışınları tüpünün ekranına aktarılmasıyla elde edilir. Modern sistemlerde, bu algılayıcılardan gelen sinyaller dijital sinyallere çevrilip bilgisayar monitörüne verilerek görüntüler üzerinden inceleme ve değerlendirme yapılabilir¹⁴².

Ağartma tedavisinin ardından mine yüzeyinin incelenmesi için Tarama Elektron Mikroskobu kullanılabilir¹⁴³.

2.11. Spektrofotometri

Spektrofotometri, bir madde tarafından yansıtılan veya emilen ışığın dalga boyunun sayısal olarak ölçümüdür. Bu ölçümlerde spektrofotometreler kullanılmaktadır. Spektrofotometre, ışık kaynağının dalga boyunun yoğunluğunu ölçebilen bir fotometredir¹⁴⁴.

Spektrofotometreler, diş hekimliğinde dişlerin, restoratif ve protetik materyallerin renginin ölçümünde veya karşılaştırılmasında kullanılabilir. Ağartma tedavisinin etkinliğin belirlenmesinde, kompozit restorasyonun ya da porselen kronun renginin seçilmesi gibi konularda hekime oldukça yardımcı olmaktadır. Görsel değerlendirmede kullanılan renk cetvelleri, ortamın ışığı ya da gözlemciler arasındaki değerlendirme farkları gibi etkenlerden olumsuz etkilenebilir¹⁴⁵⁻¹⁴⁷.

Spektrofotometrik ölçüm yapan cihazlar, kişisel ve çevresel faktörlerin etkisini en aza indirerek daha tutarlı veriler elde edilmesine yardımcı olmaktadır¹⁴⁵⁻¹⁴⁷. Alsaleh ve ark.¹⁴⁵ ile Judeh ve ark.'nın¹⁴⁶, spektrofotometre ile ölçüm ve renk cetvelleri kullanılarak gözle eşleştirme tekniğini karşılaştırdıkları çalışmalarında, spektrofotometre ile yapılan ölçümlerin daha güvenilir olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Örneklerin Hazırlanması

Çalışmada kullanılmak üzere çürük, mine çatlağı, restorasyon ya da kron harabiyeti olmayan 164 maksiller keser insan dişi seçildi. Dişlerin üzerindeki eklentiler önce diş fırçası yardımıyla, ardından politür fırçası ve politür patı kullanılarak temizlendi. Dişlerin mine yüzeylerinde çatlak olup olmadığı ışık mikroskobu altında incelendikten sonra örnek hazırlama işlemine geçildi.

3.1.1. Renklenme Deneyi İçin Kron Örneklerin Hazırlanması

Elmas silindirik frezler (Coltene / Whaledent – İsviçre) yardımıyla, su soğutması altında ve yüksek devirde kesilen dişlerin kronları, mine-sement birleşiminden ayrıldı. Elde edilen kronların servikal bölümündeki pulpa odası açıklığı ışıkla polimerize edilen cam iyonomer siman (Ionoseal, VOCO, A.B.D.) kullanılarak kapatıldı (Resim 3) ve LED ışık yardımıyla polimerizasyon sağlandı. Elde edilen 80 adet kron, otoklavda steril edildi ve deney aşamasına kadar steril distile su içerisinde saklandı.



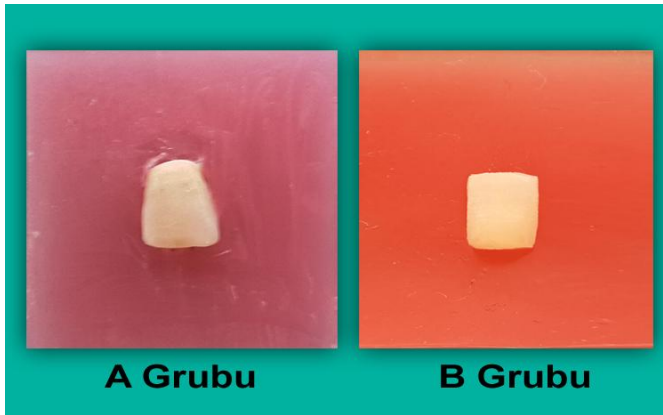
Resim 3: Servikal bölümleri kapatılmış kron örnekler

3.1.2. Mikroorganizma Tutunma Deneyi İçin Mine - Dentin Kesitlerinin Hazırlanması

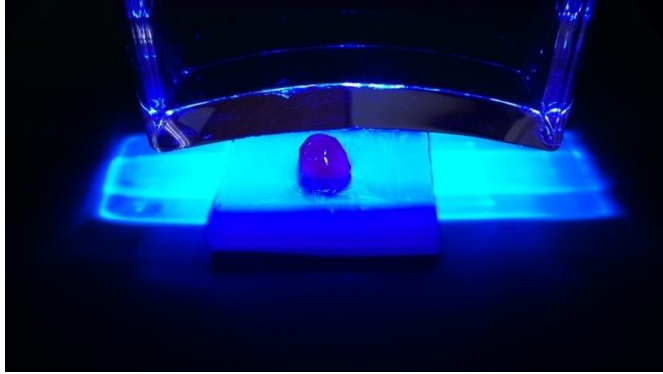
Elmas silindirik frezler (Coltene / Whaledent – İsviçre) yardımıyla, su soğutması altında ve yüksek devirde dişlerin bukkal yüzeylerinden dentin tabakası da içerecek şekilde, 2 mm kalınlığında kesitler hazırlandı. Elde edilen 84 adet mine-dentin kesiti otoklavda steril edildi deney aşamasına kadar steril distile su içerisinde saklandı.

3.2. Ağartma Tedavilerinin Uygulanması

Ağartma tedavisi uygulanacak örnekler mum tabakalar içine yerleştirilerek sabitlendi (Resim 4). Ağartma yapılacak yüzeyler nemli pamuk peletler yardımıyla silinerek basınçlı hava yardımıyla kurutuldu. % 35 hidrojen peroksit içeren ağartma jeli (Whitness HP, FGM, SC, Brezilya) yüzeylere yerleştirilerek plazma ark ışık cihazı (RemeDent, SC, Brezilya) ile 30 dakika süreyle ağartma uygulandı (Resim 5). Her 10 dakikada bir ağartma jeli temizlenerek yeni jel yerleştirildi.



Resim 4: Mum tabakaya sabitlenmiş örnekler



Resim 5: Işık aktivasyonu ve % 35 H₂O₂ ile ağartma işlemi

3.3. Yüzey Tedavilerinin Uygulanması

Yüzey tedavileri için CPP-ACP krem (Recaldent, GC Corp., A.B.D.), CPP-ACPF (900 ppm florür) krem (Recaldent, GC Corp., USA), % 2'lik NaF (250 ppm florür) jel (Flugel-DFL, Brezilya), % 1.23 APF (12.300ppm florür) jel (Flugel-DFL, Brezilya), % 8 arginin ve kalsiyum karbonat içeren profilaksi patı (Pro-Argin, Colgate) kullanıldı (Resim 6-7).

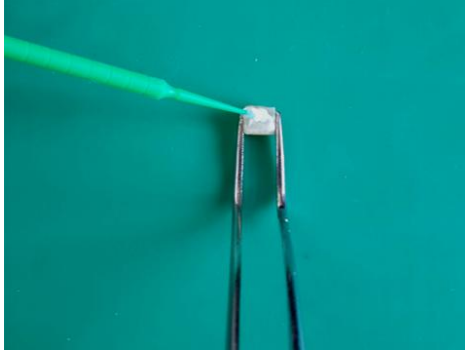


Resim 6: Yüzey tedavi ajanları



Resim 7: Yüzey tedavi ajanlarının hazırlanması

Yüzey tedavi ajanları, pamuk sarılmış mikro fırça yardımıyla üreticinin belirttiği süre kadar mine yüzeyine uygulandı (Resim 8).



Resim 8: Yüzey tedavi ajanlarının uygulanması

3.4. Mikroorganizmaların Hazırlanması

Bu çalışmada *Streptococcus mutans* (*S.mutans*) ATCC #25175 suşu ile *Lactobacillus acidophilus* (*L.acidophilus*) ATCC #4356 suşları kullanılmıştır. *S.mutans* otoklavda sterilize edilmiş Trypticase Soy Broth (TSB, Merck, Almanya), *L.acidophilus* ise MRS Broth (DeMan Rogosa, Merck, Almanya) besiyeri içeren steril kapaklı tüplere ekilmiş ve 37°C'de %5 CO₂ içeren etüvde (ArtLabor, HealForce, Çin) 48-72 saat süresince inkübe edilmiştir. Üreyen mikroorganizmalar sıvı besiyerlerinden

örnek alınarak *S.mutans* için Trypticase Soy Agar (TSA, Merck, Almanya), *L.acidophilus* için MRS agar (DeMan Rogosa, Merck, Almanya) besiyerleri içeren steril petri plaklarına ekilerek 37°C'de %5 CO₂ içeren etüvde (Artlabor, HealForce, Çin) 48-72 saat süresince inkübe edilmiş, üreyen kolonilerin canlılık ve saflık kontrolü yapılmıştır. Bu iki bakterinin 3 mL steril distile su içinde 0,5 MacFarland Test eşeline göre turbidometrik olarak konsantrasyonları ayarlanarak süspansiyonları hazırlanmıştır. Daha sonra bu süspansiyonlar seri dilüsyonlar ile 10⁻⁴ oranında seyreltilmiştir. Bakteriyel konsantrasyonlar aynı zamanda Otomatik Elisa okuyucusu (BioTek ELx800, ABD)'nda optik dansite (OD) değeri belirlenerek ve spektrofotometrik olarak ölçülerek, colony forming unit (cfu)/mL cinsinden belirlenmiştir.

3.5. Deney Aşamaları

Ağartma sonrası uygulanan yüzey tedavilerinin renklenmeyi ve mikroorganizma tutunmasını engelleme etkileri ayrı iki deney ile değerlendirildi. Bu amaçla elde edilen örnekler iki ana gruba ayrıldı (Tablo 9).

Tablo 9: Deney gruplarındaki örneklerin sayısal dağılımı

Deney grubu	Örnek sayısı		
A) Renklenme deneyi	80		
B) Mikroorganizma tutunması deneyi	84	<i>S.mutans</i>	42
		<i>L.acidophilus</i>	42

3.5.1. A (Renklenme) Grubunun Deney Aşamaları

Çalışma için örnekler rastgele ayrılarak 8 alt grup oluşturuldu (n=10). A1 ve A2 grubu hariç diğer gruplara ağartma tedavisi uygulandı. A1, A2 ve A3 grupları hariç diğer gruplara yüzey tedavileri uygulandı. A1 grubu hariç diğer gruplarda renklendirme işlemi için 1mg/100ml oranında suda çözülmüş gıda boyası solüsyonu kullanıldı (E155 Chocolate Brown, KRK Gıda, Türkiye). Örnekler, aralıksız olarak 24 saat süresince gıda boyasına maruz bırakıldı. Gruplara uygulanan işlemler tabloda Tablo 10'da gösterilmektedir.

Tablo 10: Renklenme deneyi alt gruplarına uygulanan işlemler

Grup	N	Ağartma işlemi	Yüzey tedavisi	Gıda boyası
A1 (negatif kontrol)	10	Yok	Yok	Yok
A2 (pozitif kontrol 1)	10	Yok	Yok	24 saat
A3 (pozitif kontrol 2)	10	30 dk.	Yok	24 saat
A4 (yüzey tedavisi 1)	10	30 dk.	CPP-ACP	24 saat
A5 (yüzey tedavisi 2)	10	30 dk.	CPP-ACPF	24 saat
A6 (yüzey tedavisi 3)	10	30 dk.	NaF	24 saat
A7 (yüzey tedavisi 4)	10	30 dk.	APF	24 saat
A8 (yüzey tedavisi 5)	10	30 dk.	Arginin patı	24 saat

3.5.2. B (M.O. Tutunması) Grubunun Deney Aşamaları

Çalışma için öncelikle *S.mutans* (S) ve *L.acidophilus* (L) grubu olarak iki grup oluşturuldu. (n=42). Daha sonra her alt grup için 7'şer alt grup oluşturuldu (n=6). Her alt gruptan rastgele seçilen birer örnek SEM değerlendirmesi için kullanıldı. Negatif kontrol grupları hariç diğer gruplara ağartma işlemi uygulandı. Negatif ve pozitif kontrol grupları hariç diğer

gruplara yüzey tedavileri uygulandı. Ardından tüm örnekler 10⁴/µl yoğunlukta 20µl canlı bakteri ekimi yapıldı ve 37°C'de CO₂ etüvde (Artlabor, HealForce, Çin) 4 saat süreyle nemli ortamda bekletilerek adhezyonun gerçekleşmesi beklendi. Bu sürenin ardından etüvden çıkarılan örnekler, 3 kez steril distile su ile nazikçe yıkanarak tutunamayan mikroorganizmalar uzaklaştırıldı. Gruplara uygulanan işlemler tablolarda gösterilmektedir (Tablo 11 ve 12).

Tablo 11: *S.mutans* tutunması deneyi alt gruplarına uygulanan işlemler

Grup	N (M.O sayımı)	N (SEM görüntülemesi)	Ağartma işlemi	Yüzey tedavisi
B-S1 (neg. kontrol)	5	1	Yok	Yok
B-S2 (poz. kontrol)	5	1	30 dk.	Yok
B-S3 (yüz. tedavisi 1)	5	1	30 dk.	CPP-ACP (4 dk.)
B-S4 (yüz. tedavisi 2)	5	1	30 dk.	CPP-ACPF(4 dk.)
B-S5 (yüz. tedavisi 3)	5	1	30 dk.	NaF (1 dk.)
B-S6 (yüz. tedavisi 4)	5	1	30 dk.	APF (1 dk.)
B-S7 (yüz. tedavisi 5)	5	1	30 dk.	Arginin (1 dk.)

Tablo 12: *L.acidophilus* tutunması deneyi alt gruplarına uygulanan işlemler

Grup	N (M.O sayımı)	N (SEM görüntülemesi)	Ağartma işlemi	Yüzey tedavisi
B-L1 (negatif kontrol)	5	1	Yok	Yok
B-L2 (pozitif kontrol)	5	1	30 dk.	Yok
B-L3 (yüz. tedavisi 1)	5	1	30 dk.	CPP-ACP (4 dk.)
B-L4 (yüz. tedavisi 2)	5	1	30 dk.	CPP-ACPF(4 dk.)
B-L5 (yüz. tedavisi 3)	5	1	30 dk.	NaF (1 dk.)
B-L6 (yüz. tedavisi 4)	5	1	30 dk.	APF (1 dk.)
B-L7 (yüz. tedavisi 5)	5	1	30 dk.	Arginin (1 dk.)

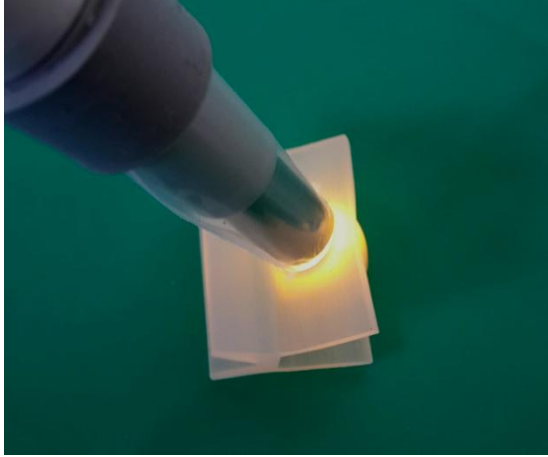
3.6. Verilerin toplanması

3.6.1. A (Renklenme) Grubunun Verilerinin Toplanması

Renk değişimi verilerinin toplanmasında spektrofotometre (KASO Medical Technology CO. LTD., Foshan, CHINA) kullanıldı. (Resim 9-10).

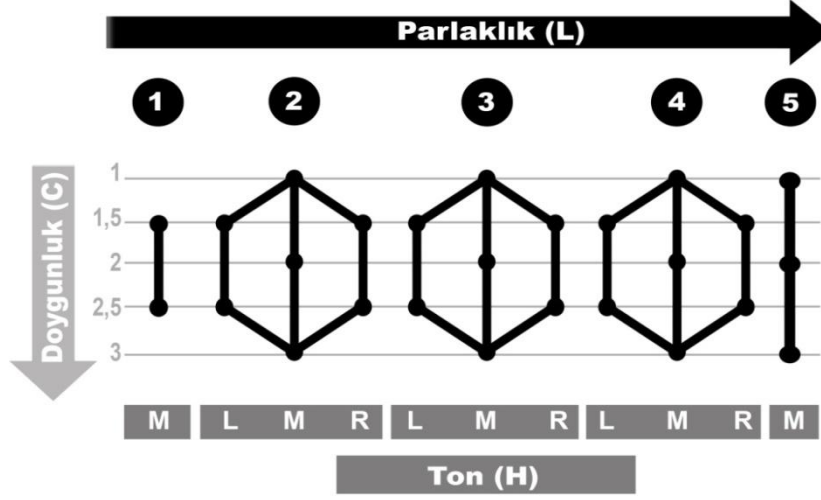


Resim 9: Spektrofotometre cihazı



Resim 10: Spektrofotometre ile renk ölçümü yapılması

Bu spektrofotometre, Şekil 8'de gösterilen cetvele (VITA Toothguide 3D Master, VITA, Almanya) göre ölçüm yapmakta ve veri elde etmektedir.



Şekil 8: Spektrofotometrenin veri toplarken referans aldığı renk ölçüm cetveli

Tüm örneklerden ağartma tedavisinin ardından ve gıda boyalarına maruz bırakıldıktan sonra renk ölçümleri yapıldı. Spektrofotometreden elde edilen parlaklık (L), doygunluk (C) ve ton (H) değerlerinden, toplam renk tonu değişimi (ΔE) değerini elde etmek için şekil 9'daki formül kullanıldı (1 ile belirtilen değerler ağartma tedavisinden sonra, 2 ile belirtilen değerler gıda boyası ile renklendirme işleminden sonra elde edilen değerlerdir).

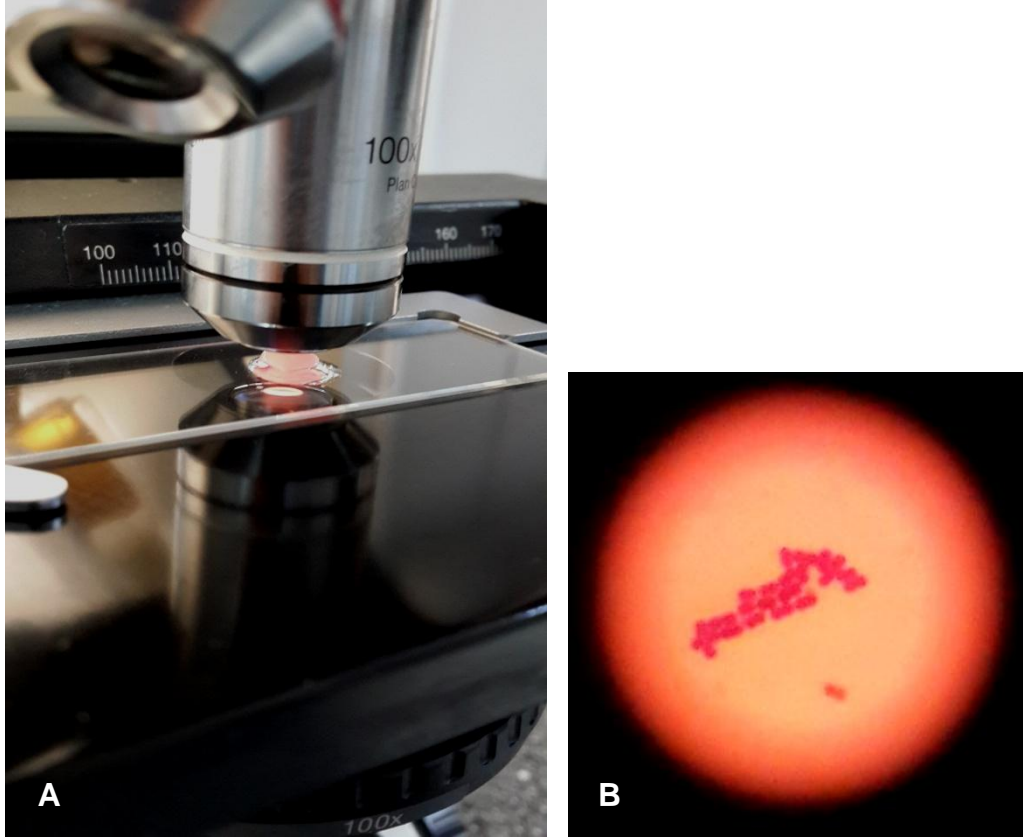
$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta C^2 + \Delta H^2}$$

Şekil 9: ΔE değerinin hesaplanması

$$\Delta L = L_2 - L_1 \quad \Delta C = C_2 - C_1 \quad \Delta H = H_2 - H_1$$

3.6.2. B (M.O. tutunması) grubunun verilerinin toplanması

Mine yüzeyine tutunan mikroorganizma sayısını belirlemek amacıyla örnekler gram boyası ile boyanarak ışık mikroskobu (Olympus CX21, Olympus America Inc. NY America) ile X1000 büyütmede her örneğin farklı 10 sahasında hücre sayımı yapılarak bu sayıların ortalamaları kaydedildi. Sahada mikroorganizma görülmemesi durumunda skor '0' olarak kaydedildi (Resim 11).



Resim 11: A) Işık mikroskobunda mine kesitlerinin incelenmesi
B) *S.mutans* kolonisi görüntüsü

3.6.3. SEM Görüntülemesi

Her alt gruptan rastgele seçilen bir örnek gram boyama işlemi uygulanmadan SEM incelemesine alındı. Örnekler vakum kaplama cihazı (Polaron SC502, Quorum Technologies, UK) (Resim 12) aracılığıyla altın-paladyum ile kaplandıktan sonra *JSM - 6060 LV* (JEOL, Tokyo, Japan) (Resim 13) tarama elektron mikroskobu ile 15 kV güçte ve X1000, X2.500 ve X5000 büyütmede görüntüleme, inceleme ve kayıt yapıldı.



Resim 12: Vakumlu Au-Pd kaplama Cihazı



Resim 13: SEM görüntüleme cihazı

3.7. İstatistiksel değerlendirme

Gruplardan toplanan veriler SPSS 15 (IBM, USA) programı kullanılarak Mann-Whitney U Testi, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve çoklu karşılaştırma (Tukey) testi ile değerlendirildi.

4. BULGULAR

Elde edilen sayısal sonuçların normal dağılıp dağılmadığının anlaşılması için "Kolmogorov – Smirnov" testi uygulandı. Normal dağılıma sahip olmayan gruplar ($p < 0.05$) "Mann – Whitney U" testi, normal dağılıma sahip olanlar ($p > 0.05$) tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve "Tukey" testi ile değerlendirildi.

Tablo 13: Renklenme deneyi grubundan elde edilen renk değişimi verilerinin normal dağılıp dağılmadığını gösteren Kolmogorov – Smirnov testi sonuçları

Grup	Kolmogorov-Smirnov		
	Statistic	df	Sig.
2,00	,152	10	,200
3,00	,329	10	,003
4,00	,222	10	,176
5,00	,278	10	,027
6,00	,306	10	,009
7,00	,267	10	,042
8,00	,236	10	,123

*Grup 1'de ortalama sabit olduğu için dahil edilmedi

Tablo 14: *S.mutans* grubundan elde edilen verilerin normal dağılıp dağılmadığını gösteren Kolmogorov – Smirnov testi sonuçları

Grup	Kolmogorov-Smirnov		
	Statistic	df	Sig.
1,00	,174	5	,200
2,00	,165	5	,200
3,00	,270	5	,200
4,00	,234	5	,200
5,00	,307	5	,139
6,00	,346	5	,051
7,00	,330	5	,080

Tablo 15: *L.acidophilus* grubundan elde edilen verilerin normal dağılıp dağılmadığını gösteren Kolmogorov – Smirnov testi sonuçları

grup	Kolmogorov-Smirnov		
	Statistic	df	Sig.
1,00	,315	5	,117
2,00	,177	5	,200
3,00	,206	5	,200
4,00	,309	5	,134
5,00	,241	5	,200
6,00	,316	5	,114
7,00	,215	5	,200

4.1. Renklenme Deneyi Gruplarına Ait Veriler ve Grupların Karşılaştırmaları

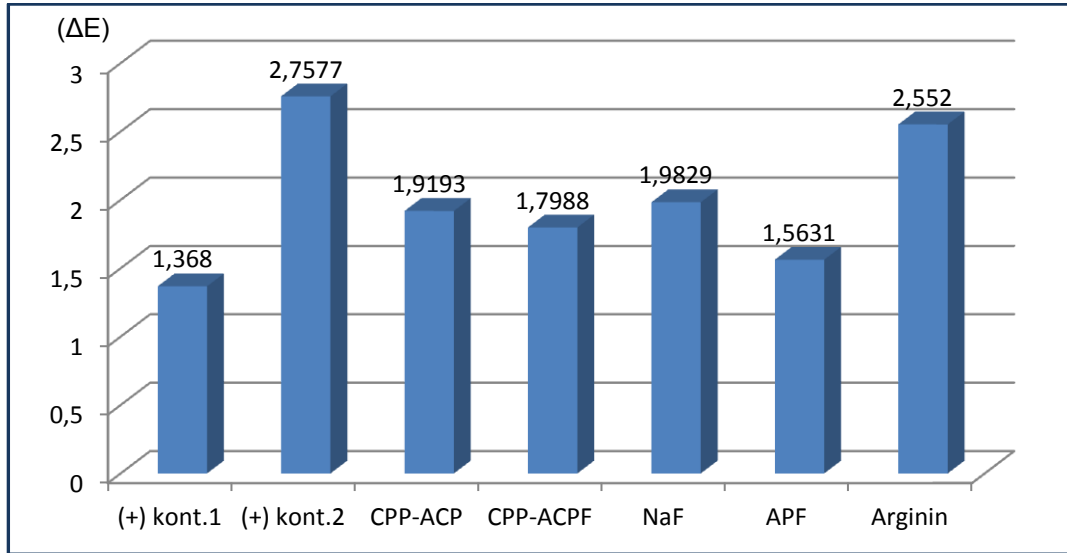
Tablo 16: Gruplardaki toplam renk tonu değişimleri (ΔE)

Grup	Örnek									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2	0	2,83	1,5	2	2,06	1	1	2,29	0	1
A3	2,69	2,69	1,5	2,69	2,69	2,69	4,24	2,69	4,18	1,5
A4	2	3,61	3	3,61	0	0	0	2	2,29	2,69
A5	2,69	0	2	2,06	2,06	1,5	2,29	2,69	2,69	0
A6	2,06	2,69	2,29	2,00	2,29	0	2,06	2,83	0	3,61
A7	2,06	2,69	2,29	0	2,29	0	0	0	2,69	3,61
A8	4,39	0	2,69	4,12	4,24	2,69	0	2	2,69	2,69

Tablo 17: Renklenme deneyi alt gruplarının istatistiksel verileri

	N	ΔE Ort.	Std. Sapma	Std. Hata	95% Güvenilirlik Aralığı		Min	Max
					Alt sınır	Üst sınır		
					1,00	10		
2,00	10	1,3680	,94456	,29870	,6923	2,0437	,00	2,83
3,00	10	2,7577	,90824	,28721	2,1080	3,4074	1,50	4,24
4,00	10	1,9193	1,43954	,45522	,8895	2,9491	,00	3,61
5,00	10	1,7988	1,02055	,32273	1,0687	2,5289	,00	2,69
6,00	10	1,9829	1,15057	,36384	1,1598	2,8060	,00	3,61
7,00	10	1,5631	1,40625	,44470	,5571	2,5691	,00	3,61
8,00	10	2,5520	1,56702	,49553	1,4310	3,6730	,00	4,39
Top.	80	1,7427	1,35553	,15155	1,4411	2,0444	,00	4,39

Şekil 10: Renklenme deneyi alt gruplarındaki renk değişimi (ΔE) ortalamalarının sütun grafikte karşılaştırılması



Tablo 18: Renklenme deneyi alt gruplarındaki renk değişimi (ΔE) ortalamalarının Mann – Whitney U Testi ile yapılan karşılaştırmaları

Grup	(-) kon	(+)kon 1	(+)kon 2	CPP-ACP	CPP-ACPF	NaF	APF	Arginin
(-)kon		,002	,000	,002	,001	,001	,005	,001
(+)kon1	,002		,007	,302	,286	,147	,645	,062
(+)kon2	,000	,007		,245	,039	,142	,041	,968
CPP-ACP	,002	,302	,245		,702	,969	,641	,317
CPP-ACPF	,001	,286	,039	,702		,541	,908	,130
NaF	,001	,147	,142	,969	,541		,616	,267
APF	,005	,645	,041	,641	,908	,616		,120
Arginin	,001	,062	,968	,317	,130	,267	,120	

İstatistiksel olarak anlamlı fark ($p < 0,05$) bulunanlar koyu renk gösterilmiştir.

Renklenme gruplarının kendi aralarında Mann-Whitney U testi ile yapılan parametrik olmayan karşılaştırmasında;

- 1) Negatif kontrol grubu diğer grupların tümü arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ($p < 0,05$),
- 2) Pozitif kontrol grubu 1 ile pozitif kontrol grubu 2 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ($p < 0,05$),
- 3) Pozitif kontrol grubu 2 ile CPP-ACPF ve APF grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ($p < 0,05$)
- 4) CPP-ACP, CPP-ACPF, NaF, APF ve Arginin gruplarının kendi aralarındaki karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı ($p > 0,05$) belirlendi.

4.2. Mikroorganizma Tutunma Deneyi Gruplarına Ait Veriler ve Grupların Karşılaştırmaları

4.2.1. *S.mutans* ve *L.acidophilus* Gruplarının Karşılaştırılması

Tablo 19: *S.mutans* ve *L.acidophilus* alt gruplarında tutunan mikroorganizma sayılarının Mann-Whitney U testi ile parametrik olmayan karşılaştırması

	Ortalamalar
Mann-Whitney U	552,500
Asymp. Sig. (2-tailed)	,480

Tutunan mikroorganizma sayısı açısından *S.mutans* ve *L.acidophilus* grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0.05$).

4.2.2. *S.mutans* Grubu Alt gruplarına Ait Veriler

Tablo 20: *S.mutans* grubunun alt gruplarına ait örneklerin saha sayımı sonuçları

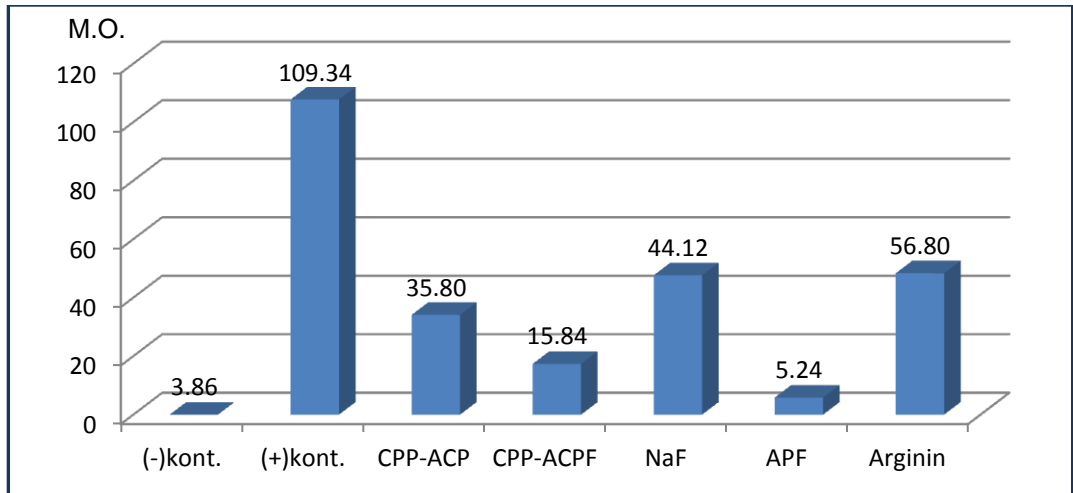
Grup	Örnek				
	1	2	3	4	5
1	4,2	4,8	2,8	3,5	4
2	65,8	215,7	161,4	7,8	96
3	54,8	0,4	63,6	48	12,2
4	21,2	0	0	38,8	19,2
5	0	0	125,4	82	13,2
6	1,2	18	2,6	0	4,4
7	167	3,6	96,4	4,8	12,2

Tablo 21: S.mutans grubu alt gruplarının istatistiksel verileri

Grup	N	Tutunan MO ort.	Std. Sapma	Std. Hata	95% Güvenilirlik Aralığı		Min	Max
					Alt sınır	Üst sınır		
1,00	5	3,8600	,75366	,33705	2,9242	4,7958	2,80	4,80
2,00	5	109,3400	81,25077	36,33645	8,4538	210,2262	7,80	215,70
3,00	5	35,8000	27,80647	12,43543	1,2737	70,3263	,40	63,60
4,00	5	15,8400	16,34772	7,31092	-4,4584	36,1384	,00	38,80
5,00	5	44,1200	56,76823	25,38752	-26,3671	114,6071	,00	125,40
6,00	5	5,2400	7,31902	3,27316	-3,8478	14,3278	,00	18,00
7,00	5	56,8000	72,86220	32,58497	-33,6704	147,2704	3,60	167,00
Top.	35	38,7143	55,82750	9,43657	19,5369	57,8917	,00	215,70

4.2.3. S.mutans alt gruplarının karşılaştırılması

Şekil 11: S.mutans grubu alt gruplarında tutunan mikroorganizma sayısı ortalamalarının sütun grafikte karşılaştırılması

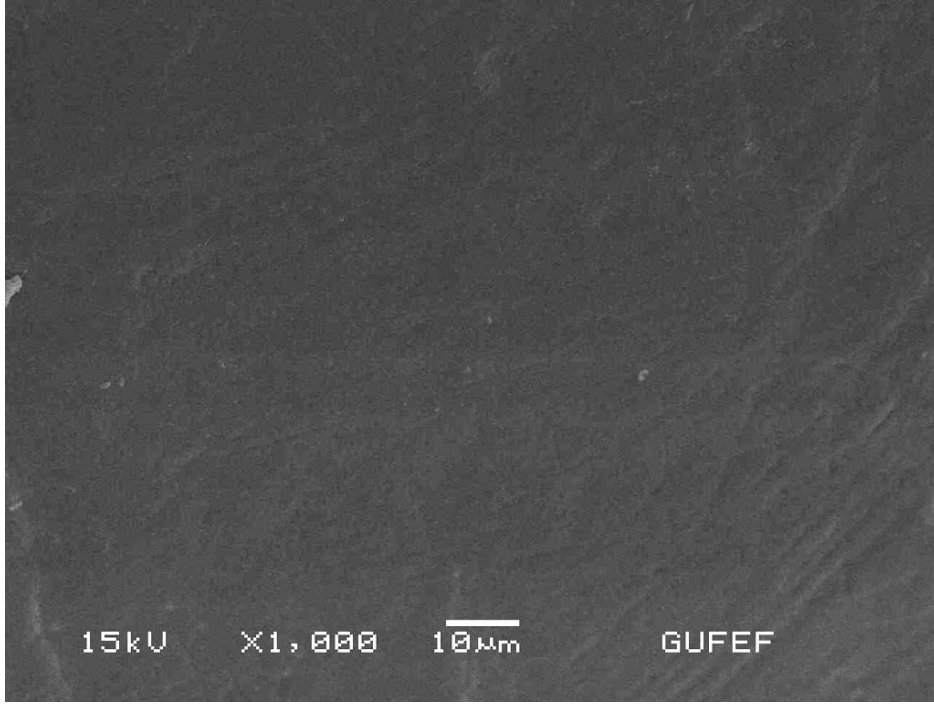


Tablo 22: *S.mutans* grubu alt gruplarının Tukey testi ile karşılaştırılması

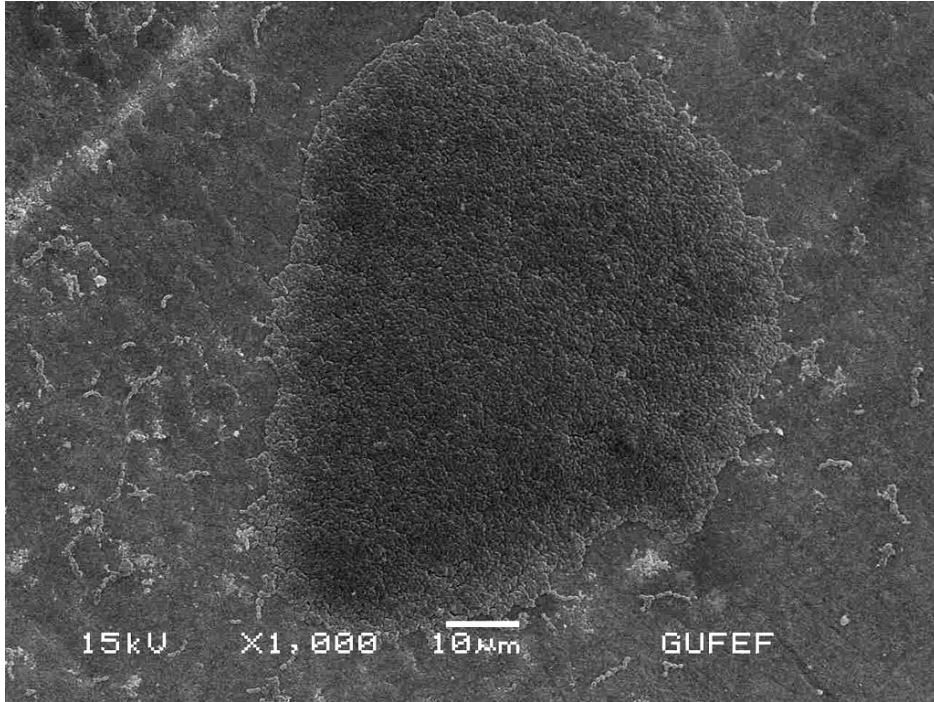
Grup	N	Subset for alpha = .05	
		2	1
1,00	5	3,8600	
6,00	5	5,2400	
4,00	5	15,8400	15,8400
3,00	5	35,8000	35,8000
5,00	5	44,1200	44,1200
7,00	5	56,8000	56,8000
2,00	5		109,3400
Sig.		,597	,063

S.mutans grubu alt gruplarının tek yönlü varyans analizinin (Tukey Testi) sonuçları incelendiğinde;

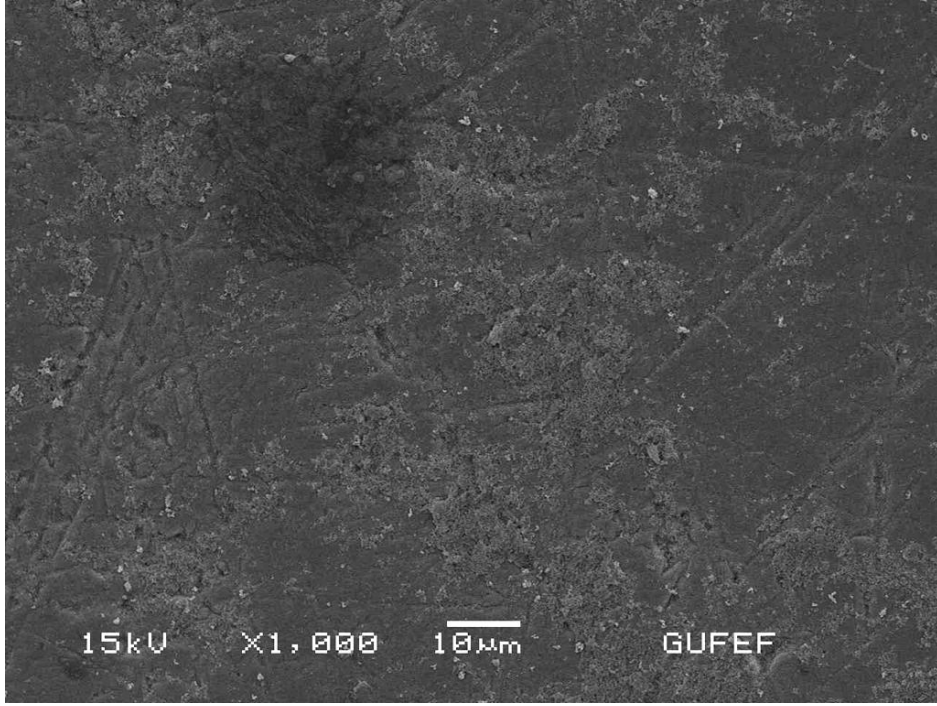
- 1) Negatif kontrol grubu ile pozitif kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ($p < 0.05$),
- 2) Pozitif kontrol grubu ile APF grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ($p < 0.05$),
- 3) CPP-ACP, CPP-ACPF, NaF ve Arginin grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı ($p > 0.05$) belirlendi.



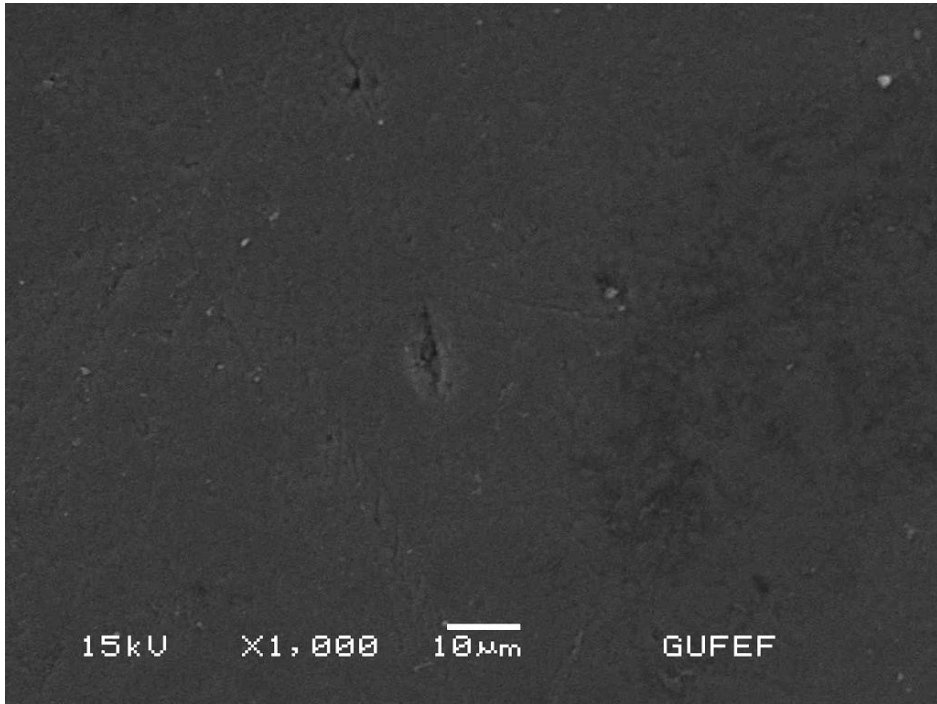
Resim 14: Negatif kontrol grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü



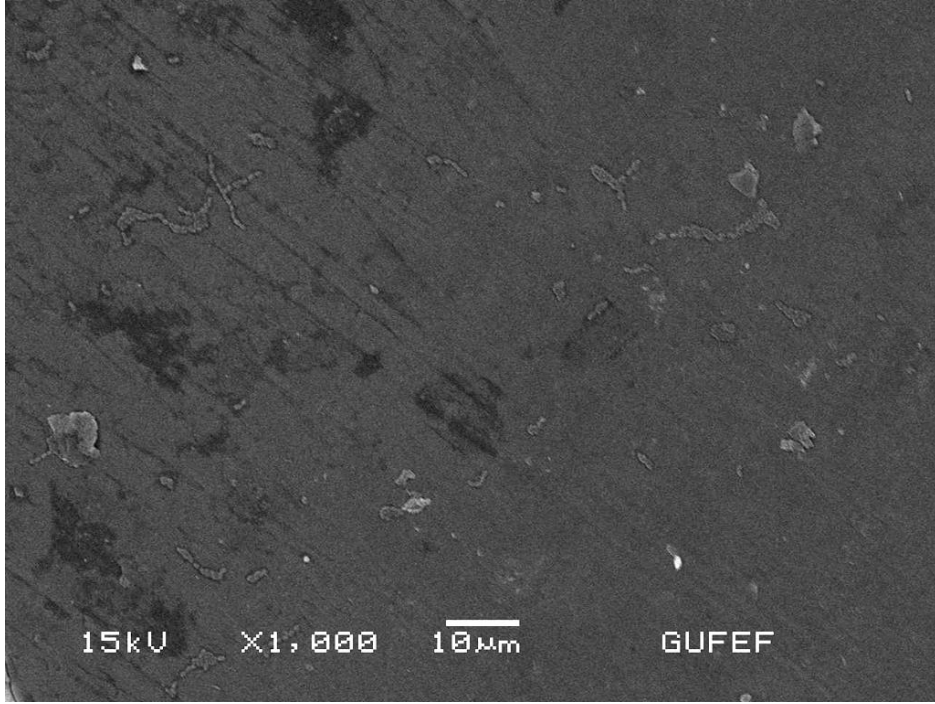
Resim 15: Pozitif kontrol grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü



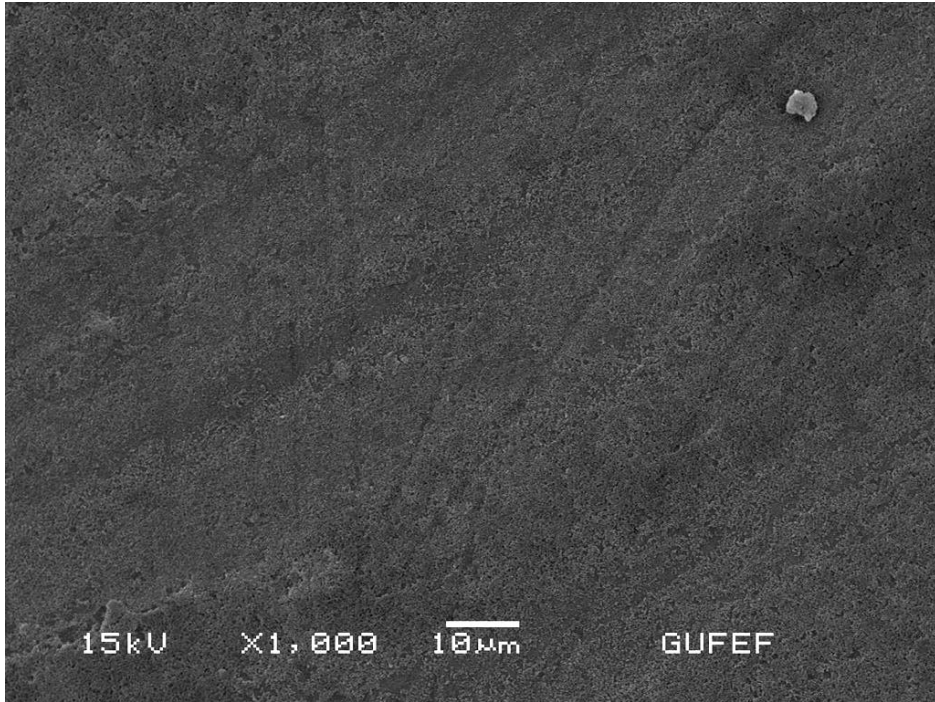
Resim 16: CPP-ACP grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü



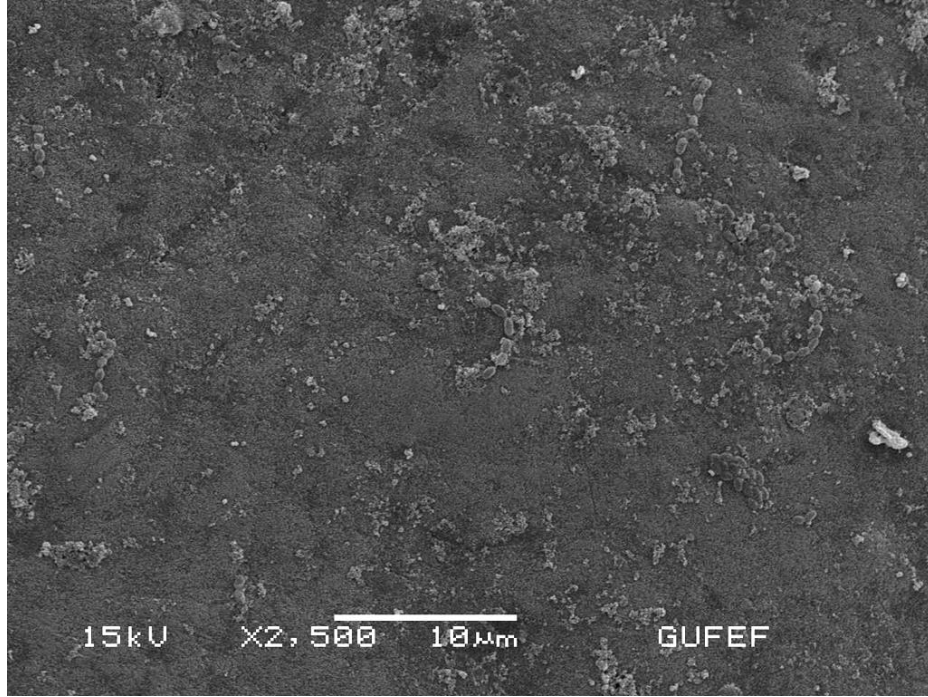
Resim 17: CPP-ACPF grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü



Resim 18: NaF grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü



Resim 19: APF grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü



Resim 20: Arginin grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü

4.2.4. *L.acidophilus* Grubu Alt Gruplarına Ait Veriler

Tablo 23: *L.acidophilus* grubunun alt gruplarına ait örneklerin saha sayımı sonuçları

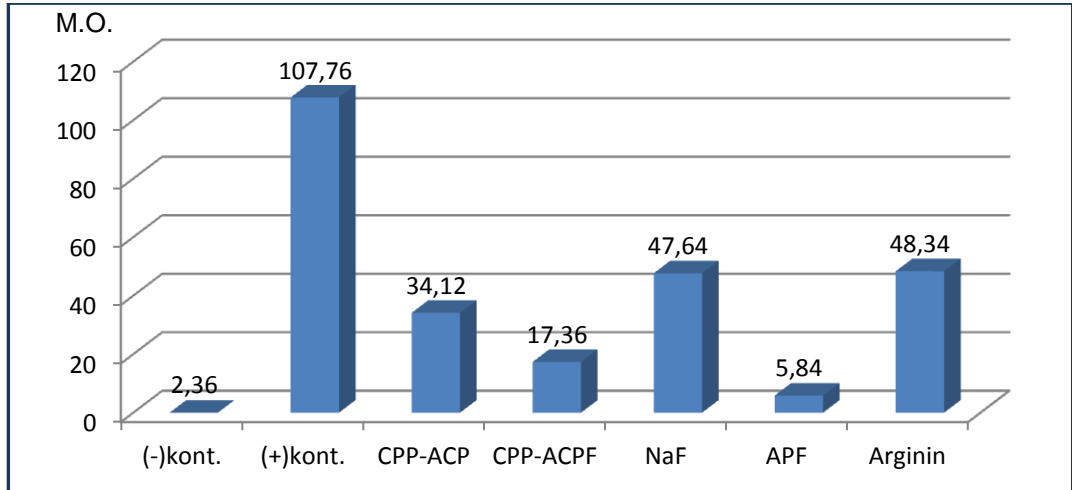
Grup	Örnek				
	1	2	3	4	5
1	4,6	0	6	0,8	0,4
2	46,4	121,2	92	116	163,2
3	63,6	16,6	43,6	29,8	17
4	6,2	7,6	25,6	2,6	44
5	13,6	122,4	3	44,6	54,6
6	23,6	0	0	0	5,6
7	43,1	27,4	29,6	84,4	57,2

Tablo 24: *L.acidophilus* grubu alt gruplarının istatistiksel verileri

Grup	N	Ort.	Std. Sapma	Std. Hata	95% Güvenilirlik Aralığı		Min	Max
					Alt sınır	Üst sınır		
1,00	5	2,3600	2,74372	1,22703	-1,0468	5,7668	,00	6,00
2,00	5	107,7600	42,82392	19,15144	54,5871	160,9329	46,40	163,20
3,00	5	34,1200	19,85981	8,88158	9,4608	58,7792	16,60	63,60
4,00	5	17,3600	17,73776	7,93257	-4,6643	39,3843	2,60	44,80
5,00	5	47,6400	46,89934	20,97402	-10,5932	105,8732	3,00	122,40
6,00	5	5,8400	10,21998	4,57051	-6,8498	18,5298	,00	23,60
7,00	5	48,3400	23,43049	10,47843	19,2472	77,4328	27,40	84,40
Top.	35	37,6314	42,24168	7,14015	23,1209	52,1420	,00	163,20

4.2.5. *L.acidophilus* Grubu Alt Gruplarının Karşılaştırılması

Şekil 12: *L.acidophilus* grubu alt grup ortalamalarının sütun grafikte karşılaştırılması

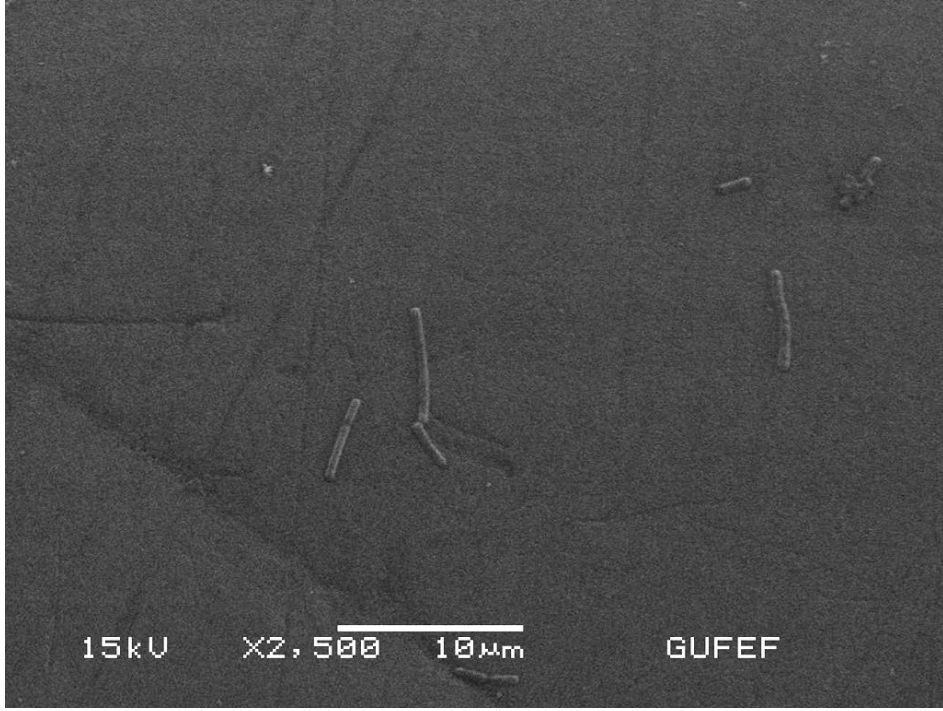


Tablo 25: *L.acidophilus* grubu alt gruplarının Tukey testi ile karşılaştırılması

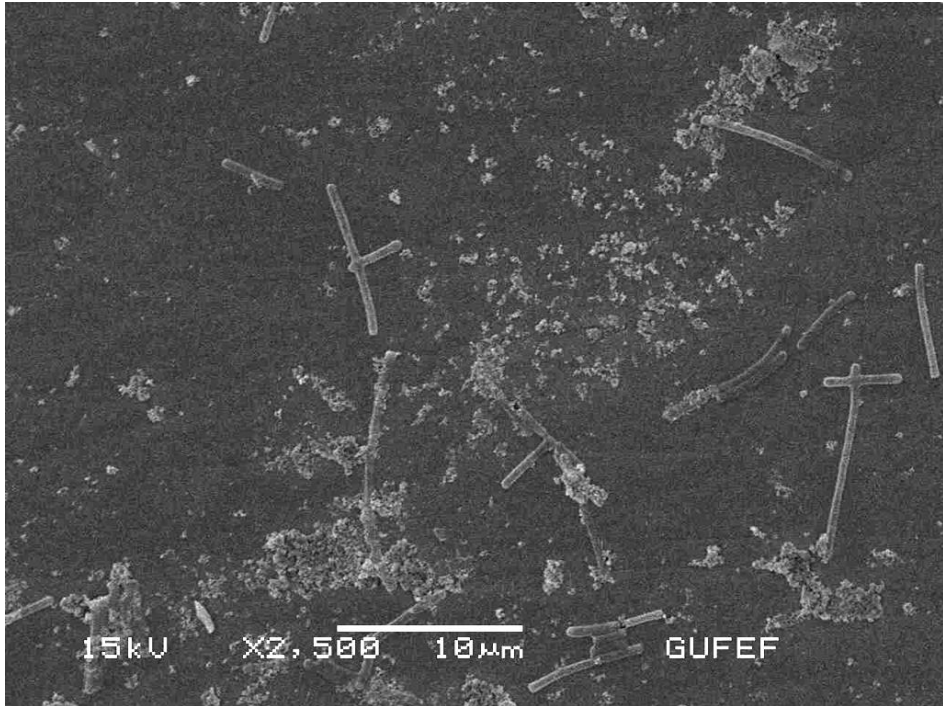
Grup	N	Subset for alpha = .05	
		2	1
1,00	5	2,3600	
6,00	5	5,8400	
4,00	5	17,3600	
3,00	5	34,1200	
5,00	5	47,6400	
7,00	5	48,3400	
2,00	5		107,7600
Sig.		,159	1,000

L.acidophilus grubu alt gruplarının tek yönlü varyans analizinin (Tukey Testi) sonuçları incelendiğinde;

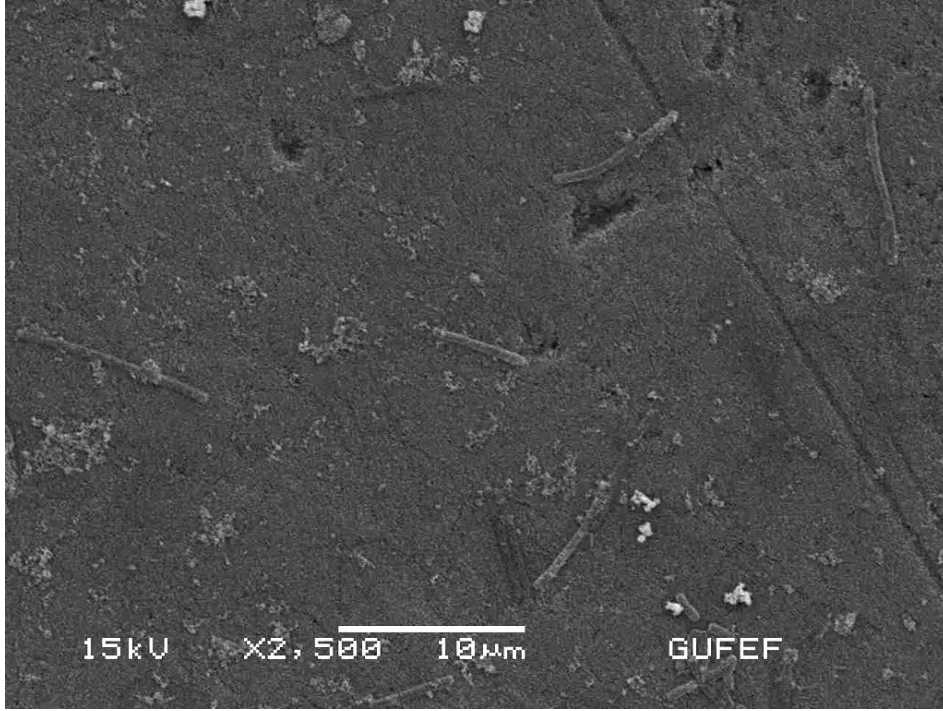
- 1) Negatif kontrol grubu ile pozitif kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ($p < 0.05$),
- 2) Pozitif kontrol grubu ile CPP-ACP, CPP-ACPF, APF, NaF ve Arginin grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ($p < 0.05$),
- 3) Negatif kontrol grubu, CPP-ACP, CPP-ACPF, APF, NaF ve Arginin grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı ($p > 0.05$) belirlendi.



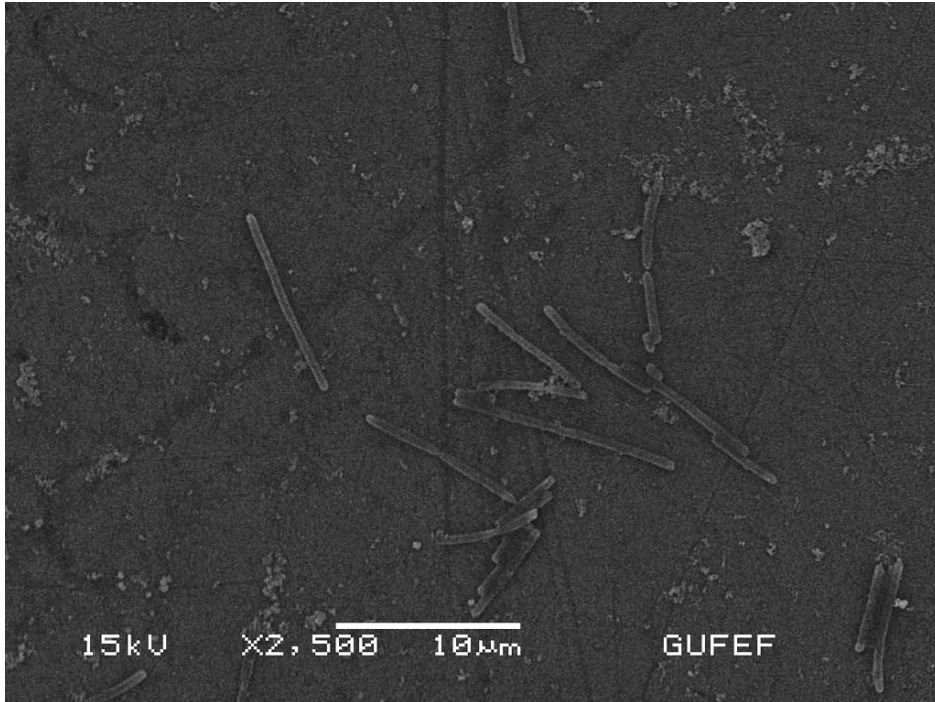
Resim 21: Negatif kontrol grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü



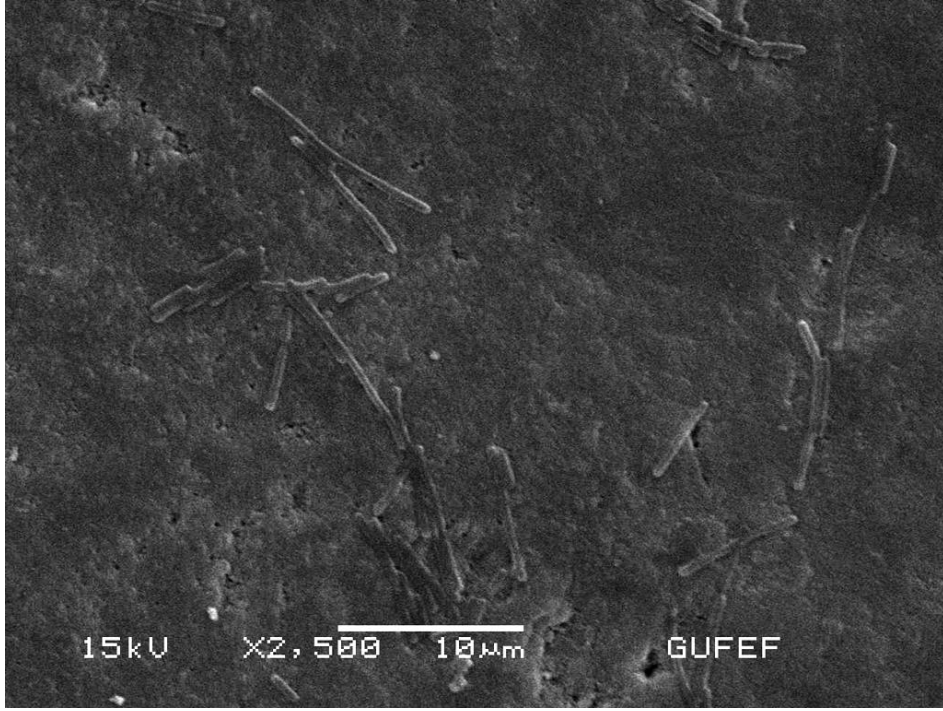
Resim 22: Pozitif kontrol grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü



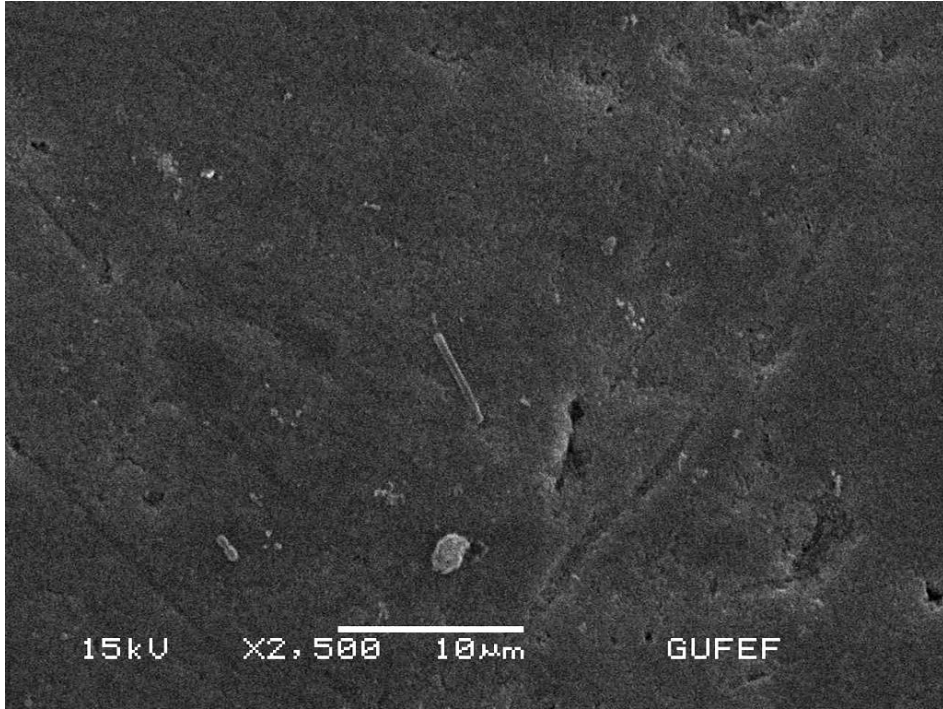
Resim 23: CPP-ACPF grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü



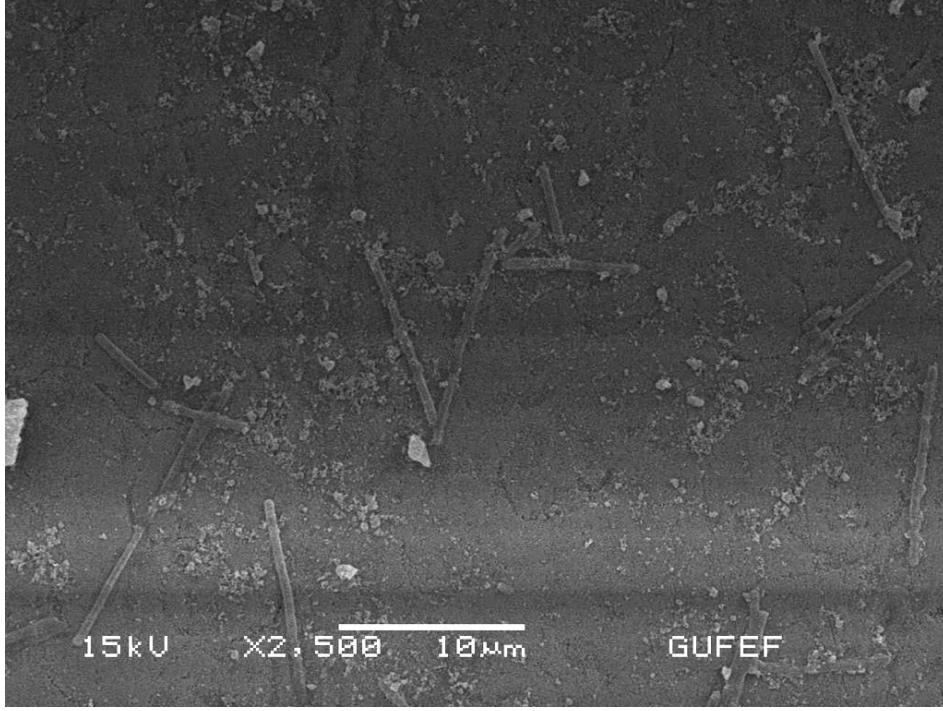
Resim 24: CPP-ACPF grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü



Resim 25: NaF grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü



Resim 26: APF grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü



Resim 27: Arginin grubuna ait bir örneğin SEM görüntüsü

5. TARTIŞMA

Ağartma tedavileri, dişlerdeki renklenmelerin giderilmesi amacıyla günümüzde yaygın olarak uygulanmaktadır. Farklı renklenme tipleri için farklı ağartma yöntemleri, kimyasal ajanlar ve cihazlar kullanılarak, hastaların estetik gereksinimleri invaziv yöntemlere başvurulmadan karşılanmaya çalışılmaktadır.

Genel olarak, ağartma tedavisi güvenli bir işlem olarak kabul edilmektedir. Ancak, her tedavi yönteminde olduğu gibi bu tedavide de, kullanılan yöntem ve araçlara bağlı olarak bazı komplikasyonlar ortaya çıkabilmektedir. Günümüzde araştırmacıları en çok düşündüren konu, ağartma tedavisinin ardından hastanın karşılaşılabileceği duyarlılık ve tekrar renklenme sorunudur. Ayrıca, karyojenik mikroorganizmaların tutunması için elverişli bir ortam yaratılmış olması da incelenmesi gereken bir diğer konudur. Estetik amaçlı uygulanan bir tedavi, diş çürüğü ya da pulpa hasarı gibi patolojik sonuçlara yol açabilecek riskler taşımamalıdır.

Ağartma tedavisinin diş yüzeyleri üzerindeki etkisi birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, ağartma tedavisinin ardından mine yüzeyinde mikrosertlikte azalma, mine yüzeyine yapısal olarak bağlanan kalsiyum ve florda kayıp, Ca/P oranında azalma, morfolojik düzensizlikler ve porözitede artış olduğunu ortaya çıkarmıştır^{7, 8, 79, 82, 83, 90}. Ayrıca ağartılmış mine yüzeyine *S.mutans* tutunmasının arttığını gösteren çalışmalar da bulunmaktadır⁴⁻⁶. Ağartma tedavisinde yaygın olarak kullanılan hidrojen peroksit bileşiklerinin konsantrasyonunun artması ve bu bileşiklerin aktive edilmesi için ışık kaynaklarının kullanımı da demineralizasyonu artırmaktadır^{89, 91, 92, 148}.

Mine yüzeyinde ortaya çıkan bu değişimler, araştırmacılarda diş çürüğüyle mücadelede kullanılan önleyici tedavilerin, ağartma tedavisinin ardından karşılaşılan demineralizasyonun tedavisinde de kullanılabileceği düşüncesini geliştirmiştir. Çürüğün önlenmesinde en etkin maddeler olan florür ve kalsiyum-fosfat bileşikleri, ağartma tedavisinin ardından mine yüzeyini tedavi etmek amacıyla kullanılmıştır. Yapılan araştırmalarda, ağartma işleminden sonra yapılan yüzey tedavilerinin yeniden renklenmeyi azaltabileceği, mineye kaybettiği yapısal özelliklerini geri kazandırabileceği ve *S.mutans* tutunmasını azaltabileceği sonucuna ulaşılmıştır^{11, 13, 31, 127, 128}.

Demineralizasyona uğramış mine yüzeyini farklı yüzey tedavi ajanlarıyla remineralize etmek mümkün görünmektedir. Ancak, özellikle diş çürüğün önlenmesinde uzun süreli kullanılan remineralizasyon ajanlarının, ağartma tedavisinde aynı sürede kullanılabilmesi mümkün değildir. Çürük oluşumunda, karyojenik mikroorganizmalar tarafından üretilen asitlerin demineralizasyon oluşturmak için uzun bir zamana ihtiyaçları vardır. Bu zaman dilimi içerisinde, remineralizasyon ajanlarının topikal kullanımıyla yeterince fayda sağlamak mümkündür. Karyojenik mikroorganizmaların yarattığı asidik ortam nedeniyle ortaya çıkan demineralizasyon ile tükürüğün ve uygulanan ajanların sağladığı remineralizasyon etkisi dengede olduğu sürece çürük oluşumunu önlemek mümkündür. Ağartma tedavisinin ardından oluşan demineralizasyon ise diş çürüğü gibi kronik değil, akut bir şekilde karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle, minenin ani olarak kaybedilen yapısal özelliklerinin yine hızlı bir şekilde kazandırılması gerekmektedir. Bu kazanım ise ancak ağartma tedavisinin hemen ardından, yüzey hala demineralize haldeyken, kromojen bakteriler, gıdalar veya karyojenik mikroorganizmaların saldırısına uğramadan yapılacak hızlı ve etkili bir remineralizasyon uygulamasıyla anlamlı olacaktır. Bu noktada ise kullanılacak remineralizasyon ajanının, konsantrasyonun ve uygulama süresinin etkileri konusunda yapılacak araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışma, ağartma tedavisinin ardından mine yüzeyi hala demineralize haldeyken uygulanacak yüzey tedavilerinin, tekrar renklenmeyi ve karyojenik mikroorganizmaların tutunmasını engelleyebilme etkinliklerinin *in vitro* olarak değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır.

5.1. Ağartma Yönteminin Seçimi

Günümüzde ofis tipi ağartma yöntemi hekimler tarafından yaygın olarak uygulanmaktadır. Bu yöntemde ağartma ajanı olarak hidrojen peroksit ya da karbamid peroksit içeren bileşikler kullanılmaktadır. Bu bileşiklerin etkisini artırmak ve işlemi hızlandırmak amacıyla ışık aktivasyonundan sıklıkla yararlanılmaktadır.

Abouassi ve ark.¹⁴⁹, %10 - %35 karbamid peroksit ile %3,6 - %10 hidrojen peroksitin mine yüzeyindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, % 10 hidrojen peroksit uygulamasının karbamid peroksit bileşiklerine ve %3.6 hidrojen peroksit göre daha fazla yüzey pürüzlülüğüne neden olduğunu tespit etmişlerdir. Magalhaes ve ark.³ LED ışık ile aktive edilmiş, % 35 hidrojen peroksit içeren 3 farklı ağartma ajanıyla yapılan 30 dakikalık ağartmanın, mine mikrosertliğindeki değişimi inceledikleri çalışmalarında, 3 ajanın da mine mikrosertliğinde azalmaya neden olduklarını bulmuşlardır. Berger ve ark.⁹¹ ışıkla aktive edilen/edilmeyen % 35 hidrojen peroksit içeren 3 farklı ajanın, mine yüzeyine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre, % 35 hidrojen peroksit içeren ağartma ajanları ışıkla aktivasyonu olsun ya da olmasın, mine yüzeyinden mineral kaybına sebep olmaktadır.

Bu bulgulara dayanarak, çalışmamızda demineralize yüzey elde edilmesini sağlamak amacıyla % 35 hidrojen peroksit içeren ağartma jeli ve aktivasyon için plazma ark ışık kaynağı kullanıldı. Ağartma işlemi

bahsedilen çalışmalarda uygulandığı gibi, bizim çalışmamızda da 10 dakikalık periyotlar halinde 3 kez uygulandı. Böylece, periyotlar arasında yeni ağartma jeli yerleştirilerek, ağartma jelinden elde edilen serbest radikallerin etkinliğinin azalması engellendi. Ağartma sırasında her örnek için aynı güçte ve eşit mesafeden plazma ark ışık aktivasyonu kullanılarak işlemin standardizasyonu sağlandı.

Çalışmamızın bulgularına bakıldığında, ağartma tedavisi uygulanan örneklerde yeniden renklenme ve mikroorganizma tutunmasının arttığı görülmektedir. Bu sonuçtan, ışık kaynağı ile aktive edilmiş % 35 hidrojen peroksitin 30 dakikalık uygulamasının, mine yüzey özelliklerini değiştirdiği anlaşılmaktadır. Elde edilen bu sonuç, Abouassi ve ark.¹⁴⁹, Magalhaes ve ark.³ ile Berger ve ark.'nın⁹¹ çalışmalarının sonuçlarıyla uyumludur.

5.2. Ağartma Tedavisi Sonrası Yeniden Renklenme

Ağartma tedavisinin başarısı kadar işlemten sonra elde edilen renk tonunun kalıcılığının sağlanması da önemlidir. Mine yüzeyinin değişen özellikleri nedeniyle tekrar renklenmeye elverişli hale gelmesi araştırmacıların dikkatini çeken bir konu olmuştur.

Azer ve ark.²³ ağartma işleminden sonra gıda boyasına maruz kalan dişlerde oluşan renk değişimini değerlendirmişlerdir. % 20'lik karbamid peroksit içeren ağartma jelinin toplamda 10 saat süreyle uygulandığı çalışmada, ağartma yapılmış örneklerin ağartma yapılmamış örneklerle göre daha fazla renk değişimine uğradıklarını belirlemişlerdir. Liporoni ve ark.⁹⁴ % 35 hidrojen peroksit ile yapılan ağartmanın ardından kahve ve kırmızı şaraba maruz bırakılan sığır dişi minelerinde, ağartma yapılmadan bu maddelere maruz bırakılan mine örneklerine göre daha

fazla renk değişimi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Cortes ve ark.⁹³ %10-15 ve 20'lik karbamid peroksit ile yapılan ağartma tedavilerinin, kırmızı şarap ve kahveden kaynaklanan renklenmeleri artırdığını gözlemlenmişlerdir. Ley ve ark.¹³ ise, % 35 hidrojen peroksit ve % 10 karbamid peroksit ile yapılan kombine ağartma tedavisinin ardından kırmızı şaraba maruz kalan örneklerde renk değişimi olduğunu görmüşlerdir. Bu çalışmaların sonuçları açıkça göstermektedir ki, ağartma tedavisi mine yüzeyini renklenmelere karşı daha elverişli hale getirmektedir. Renklenmelerin giderilmesi için yapılan bir tedavinin daha fazla renklenmeye yol aması, hasta ve hekim tarafından kabul edilemeyecek bir durumdur.

Bahsedilen çalışmalarda ağartma tedavisinin ardından boyar madde olarak tütün ürünleri, çay, kahve ve kırmızı şarap kullanıldığı görülmektedir. En fazla renklenmenin çay ile gerçekleştiğini belirten çalışmalar da mevcuttur^{150, 151}. Ancak, gıda boyalarının daha geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Bu nedenle, dişlerin gıda boyasına maruz kalma olasılıkları tütün ürünleri, çay, kahve ve kırmızı şaraba göre daha fazladır. Ayrıca, klinisyenler estetik amaçlı tedavilerin ardından yeniden oluşacak renklenmelerin önlenmesi amacıyla hastalara tütün ürünleri, çay, kahve gibi ürünlerin tüketimi konusunda uyarmasına rağmen, içinde gıda boyası bulunan ürünlerin tüketimi konusunda yerleşmiş bir uyarı alışkanlığı bulunmamaktadır.

Çalışmamızda konunun bu yönü de düşünülerek, boyar madde seçimi günlük tüketim ürünlerinin hemen hepsinde bulunabilen ve belki de bireylerin kaçınmasının imkansız olduğu gıda boyaları ile yapıldı. Her örnek, belli konsantrasyonda homojen şekilde hazırlanmış gıda boyası solüsyonlarına maruz bırakılarak standardizasyon sağlandı. Bahsedilen çalışmalarda olduğu gibi, maruz kalma süreleri gerçek sürelerden daha fazla tutularak oluşabilecek en ciddi renklenme tablosu değerlendirilmek

istendi. Bu nedenle, ağartma tedavisinin ardından örnekler 24 saat süresince gıda boyasına maruz bırakıldı.

Çalışmamızın bulguları incelendiğinde, ağartma tedavisi uygulanmış mine yüzeylerinin 24 saat gıda boyasına maruz kalmasıyla ileri düzeyde renk değişimi oluşabileceği görülebilmektedir. Bu sonuç, Azer ve arkadaşlarının²³, asidik pH'ta 4 saatlik gıda boyası uygulamasının renklenmeye yol açabileceği sonucuna ulaştıkları çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir. Ayrıca, Ley ve ark.'nın¹³, %35 hidrojen peroksit + %10 karbamid peroksit kullanarak yaptıkları ve sonucunda ağartma tedavisinin ardından, kırmızı şarap tüketimine bağlı olarak renklenmenin artabileceği bulgusunu edindikleri çalışmayla da uyumludur.

Yapılan birçok çalışmada ağartma tedavisi sonrası renklenmelerin değerlendirilmesi için spektrofotometre kullanılmıştır. Ley ve ark.¹³ ağartma tedavisinin ardından kırmızı şarap ile, Azer ve ark.²³, düşük pH ortamında gıda boyalarıyla, Cortes ve ark.⁹³ ile Liporoni ve ark.⁹⁴ ağartma tedavisinin ardından kahve ve kırmızı şarap ile oluşan renk değişimlerini spektrofotometre ile ölçmüşlerdir. Armenio ve ark.¹⁵² ise, florür içeren jellerin kullanımının, ağartma etkinliği üzerine etkileri inceledikleri çalışmalarında renk cetveli ile karşılaştırma yöntemini kullanmışlardır. Spektrofotometre kullanımı, ölçümlerde standardizasyon sağlanması açısından önem taşımaktadır. Renk cetveli ile karşılaştırma yöntemi yerine spektrofotometre kullanılarak, gözlemci hatası veya ışık farklılıklarından doğacak hatalar bertaraf edilebilmektedir. Bu sebeplerden ötürü çalışmamızda renk değişimlerini değerlendirebilmek ve ölçülebilmek amacıyla spektrofotometre kullanılmıştır.

5.3. Ağartma Tedavisi Sonrası Mikroorganizma Tutunması

Çürük oluşumunun ilk aşaması olan demineralizasyon ağartma tedavisinin bir sonucu olarak da karşımıza çıkmaktadır. Özellikle yüksek konsantrasyonda hidrojen peroksit içeren ağartma jelleri kullanımının ardından oluşan yüzey pürüzlülüğü artışı ve mineral kaybı, başlangıç çürüklerinde görülen tabloyla oldukça benzerdir. Bu nedenle araştırmacılar, ağartma tedavisi sonrasında karşımıza çıkan demineralize yüzeyin karyojenik mikroorganizmaların tutunmasını nasıl etkilediğini inceleme gereği duymuşlardır.

Gürkan ve ark.⁴, %10 karbamid peroksit içeren 3 ağartma jeliyle yaptıkları çalışmada yüzey pürüzlülüğünde anlamlı bir artış görülmemesine rağmen, ağartma yapılmış mine yüzeylerinde, ağartma yapılmamış mine yüzeylerine oranla *S.mutans* tutunmasının daha fazla olduğunu görmüşlerdir. Yüzey pürüzlülüğünde anlamlı değişme olmamasına rağmen *S.mutans* tutunmasının artması dikkat çekicidir. Gürkan ve ark.⁴ bu artışın sebebinin mine yüzey morfolojisi ve yapısındaki doğal varyasyonlardan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Zheng ve ark.⁵ %35 hidrojen peroksit ile ağartma tedavisinin ardından mine yüzeyinde *S.mutans* kolonizasyonunda artış gözlemlemişlerdir. Hosoya ve ark.⁶ ağartma tedavisinin ardından hem yüzey pürüzlülüğünde hem de *S.mutans* tutunmasında artış gözlemlemişlerdir. Ayrıca, ağartma tedavisi tekrarlandıkça yüzey pürüzlülüğünün arttığını belirtmişlerdir. Çalışmamızın bulgularına bakıldığında, ağartma tedavisi yapılmış mine yüzeylerinde *S.mutans* tutunmasının arttığı görülmektedir.

Ağartmanın ardından *S.mutans* tutunmasını inceleyen çalışmalar literatürde bulunabilirken Laktobasil tutunmasını inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bunun sebebi karyojenik mikroorganizma

dendiğinde akla çoğunlukla *S.mutans* gelmesi olabilir. Ancak bilindiği üzere çürük florası farklı bir mikroorganizma yelpazesinden oluşmaktadır. Çürüğün farklı evrelerinde ve dişlerin farklı yüzeylerinden izole edilen mikroorganizma türleri değişkenlik gösterebilmektedir. Bu sebeple çalışmamıza asidofilik karakterde *L.acidophilus* türünü de dahil ederek bu tutunmanın sadece *S.mutans*'a özgü olup olmadığı araştırıldı. Ayrıca, iki tür arasında aynı şekilde ağartma uygulanmış mine yüzeyine tutunma açısından fark olup olmadığı da karşılaştırıldı.

Çalışmamızın sonuçlarına bakıldığında, yukarıda bahsedilen çalışmalarla uyumlu olacak şekilde, ağartma tedavisi uygulanmış mine yüzeyine *S.mutans* tutunmasının artmış olduğu görülmektedir. Ayrıca, *L.acidophilus*'un da ağartma yapılmış mine yüzeyine daha fazla tutunduğu ve bu tutunmada *S.mutans* ile arasında belirgin bir fark olmadığı anlaşılmıştır. Bu bulgulara göre, ağartma tedavisinin ardından hem *S.mutans* hem de *L.acidophilus* mine yüzeyine daha kolay tutunmaktadır. Bu durumun, çürük gelişimi riskini artıracaklarını ve engellenmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda tutunan mikroorganizmaları inceleyebilmek için ışık mikroskobu ve SEM kullanıldı. Enfekte edilen örnekler gram boyası ile boyanarak X1000 büyütmede mikroskobik saha sayımı yapılarak skorlar elde edildi. Çalışmamızda ışık mikroskobuyla elde edilen skorlar gruplar arasında karşılaştırma yapabilmemiz için yeterli olmuştur. Ancak, ileride yapılacak çalışmalarda tüm mine yüzeyinde tutunan mikroorganizma sayısını elde etmek adına kültür sayımı tekniklerinin uygulanması, karyojenik potansiyelin değerlendirilmesi açısından yarar sağlayacaktır. SEM incelemesinin yüksek maliyeti nedeniyle her örneğin incelenebilmesi mümkün olamamıştır. Sadece her gruptan rastgele seçilen birer örnek görsel incelemeye alınabilmiştir.

5.4.Yüzey Tedavisi Ajanları

Yapılan çalışmalar CPP - ACP bileşiğinin remineralizasyonu^{104, 153-159} ve mikrosertliği artırdığını^{127, 158, 160-163}, yüzey pürüzlülüğünü^{161, 164, 165} ve mine erozyonunu azalttığını¹⁶⁶ göstermektedir. CPP - ACP'ye florür ilavesi ise etkinliğini artırmaktadır^{104, 127, 155, 158, 167, 168}. Bu sebeple, üretici tarafından 900ppm nötral flor eklenmiş CPP - ACPF bileşiğinin daha etkin olması beklenmektedir. Çalışmamızda, hem CPP – ACP hem de CPP - ACPF bileşikleri kullanılarak ikisi arasındaki etkinlik farkı da değerlendirildi.

Literatürde, bu bileşiklerin ağartmadan sonra uygulanmasının renklenmeyi önlemedeki etkinliklerinin değerlendirildiği sadece bir adet çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmanın sonucunda Singh ve ark.¹¹, %10 karbamid perksit ile 8 saat süreyle yapılan ağartmanın ardından mine yüzeyine uygulanan CPP-ACP'nin çay solüsyonundan kaynaklanacak renklenmeyi azaltabildiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen bulgular bu sonuçlarla uyumluluk göstermiştir. Literatürde, ağartma tedavisinin ardından mine yüzeyine CPP-ACP ya da CPP-ACPF bileşikleriyle yapılan yüzey tedavilerinin mikroorganizma tutunmasına etkilerini araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Sağlıklı mine yüzeyi ile yapılan çalışmalarda; Pukallus ve ark.¹⁶⁹, CPP-ACP'nin 24 ay süresince çürük profilaksisi amacıyla günlük kullanımının *S.mutans* kolonizasyonunu azalttığını bildirmişlerdir, Erdem ve ark.¹⁷⁰ ise, CPP-ACP uygulanmış hidroksil apatit disklerinde *S.mutans* kolonizasyonunun azaldığı sonucunu elde etmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen bulgulara göre, ağartma tedavisinin ardından CPP-ACP ve CPP-ACPF ile yapılacak 4 dakikalık yüzey tedavilerinin de, *S.mutans* ve *L.acidophilus* tutunmasını azaltmak adına faydalı olabileceği sonucuna varılmıştır.

Nötral ve asidüle edilmiş florür bileşiklerinin remineralizasyon etkisi birçok çalışmada gösterilmiştir^{114, 127, 162, 167, 171-187}. Ancak, ağartma tedavisinden sonra mine yüzeyine uygulanmasının yeniden renklenmeyi engelleyici etkisini değerlendiren az sayıda çalışma bulunmaktadır. Publio ve ark.¹⁸⁸, ağartma tedavisinin ardından sigara dumanıyla oluşabilecek tekrar renklenmelerin önlenmesini inceledikleri çalışmalarında, NaF'in etkisiz kaldığını bildirmişlerdir. Singh ve ark.¹¹, ağartma tedavisi sonrası çay ile oluşabilecek renklenmeleri değerlendirdikleri çalışmalarında % 1.23 APF'in etkili olduğunu görmüşlerdir. Ley ve ark.¹³, yine aynı amaçla yaptıkları çalışmalarında florür içeren ajanların içermeyenlere göre daha etkili oldukları sonucuna ulaşmışlardır. Erdem ve ark.¹⁷⁰, CPP-ACP, CPP-ACPF ve APF ile kaplanmış hidroksil apatit disklerinde Energy-Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDS) ile yaptıkları incelemede, APF uygulanmış mine yüzeylerinde florür miktarının daha fazla olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Literatürde, ağartma tedavisinin ardından mine yüzeyine uygulanan florür bileşiklerinin, *S.mutans* veya *L.acidophilus* tutunmasını engelleyici etkisini değerlendiren bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Yaptığımız çalışmada elde edilen bulguların bahsi geçen diğer araştırmalarda ulaşılan sonuçlarla uyumlu olduğu tespit edildi. APF ile yapılan yüzey tedavilerinin hem yeniden renklenmeyi hem de mikroorganizma tutunmasını azaltabildiği belirlendi. NaF ile yapılan yüzey tedavilerinin ise APF kadar başarılı olmadığı sonucuna varıldı.

%8 arginin ve kalsiyum karbonat içeren pat, dentin duyarlılığını önleyici ürün olarak piyasaya sunulmuştur. Üretici, ince grenli yapısı sayesinde açığa çıkmış dentin kanallarını tıkadığını ve termodinamik hareketi önleyerek duyarlılığı önlediğini iddia etmektedir. Yeşilyurt ve ark.¹²⁸, % 35 hidrojen peroksit ile yaptıkları ağartmanın ardından mine yüzeyine uyguladıkları yüzey tedavi ajanlarının mikrosertlik değeri üzerine etkilerini karşılaştırmışlardır. Araştırmalarının sonunda % 8 arginin ve kalsiyum

karbonat içeren profilaksi patının CPP-ACP ve APF bileşiklerine eşit bir mikrosertlik artışı sağladığı sonucuna ulaşmışlardır. Bir remineralizasyon ajanı olmamasına rağmen çalışmamıza yüzey tedavisi olarak dahil edilmiştir. Bunun sebebi, ince grenli yapısının mine yüzeyinde oluşan pöröziteyi geçici bir süre de olsa kapatabilme potansiyelinin olması ve ağartma tedavisi sonrasında görülebilecek duyarlılığın giderilmesi amacıyla kullanılabilmesidir. Literatürde, ağartma tedavisinin ardından mine yüzeyine uygulanmasının renklenmeyi ya da mikroorganizma tutunmasını önleyici etkisinin değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamızın bulgularına bakıldığında, % 8 arginin ve kalsiyum karbonat içeren patın diğer yüzey tedavi ajanları kadar olmasa da, mine yüzeyinde yeniden renklenmeyi ve mikroorganizma tutunmasını azaltabileceği görülmektedir.

5.5. Bulgular Üzerine

5.5.1. Renklenmeyi Önleyici Etki

Araştırmamızın istatistiksel değerlendirmelerine bakıldığında, ağartma uygulanmış mine yüzeylerinin, ağartma uygulanmamış mine yüzeylerine göre gıda boylarıyla daha fazla renk değişimine uğradığı görülmektedir. Bu bulgu, Azer ve ark.²³, Liporoni ve ark.⁹⁴ ile Cortes ve ark.'nın⁹³ ulaştıkları sonuçlarla uyumludur. Ağartma yapılmamış mine yüzeyinin de gıda boyası nedeniyle renk değişimi göstermesi, bu boyları içeren ürünlerin diş renklenmelerinde göz ardı edilmemesi gerektiğini göstermektedir.

Yaptığımız çalışmada yüzey tedavilerinin renklenmeyi önleyici etkisi ile ilgili sonuçlarına bakıldığında, tüm yüzey tedavilerinin renklenmeyi azaltabildiği belirlendi. Ancak, istatistiksel olarak anlamlı fark, sadece CPP - ACPF ve APF gruplarında görüldü. Bu sonuç florür içeren bileşiklerin

renklenmeyi önlemede daha başarılı olduklarını göstermektedir. Ancak, NaF jeli bu konuda daha az etkili olmuştur. Bu durum Publio ve ark.'nın¹⁸⁸ elde ettiği sonuçla benzerlik göstermektedir. Bunun sebebinin, NaF içindeki florür iyonu miktarının CPP - ACPF ve APF'den daha az olmasından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz. Renklenmeyi önlemede en başarısız ajanın % 8 arginin ve kalsiyum karbonat içeren duyarlılık önleyici pat olduğu görülmektedir. Bu patın mine yüzeyinde mikrosertliği artırdığını bildiren bir çalışma bulunmaktadır¹²⁸. Ancak bu çalışmada, mine örnekleri ağartma tedavileri arasında yapay tükürük içerisinde bekletilmiştir. Mikrosertlik artışının sebebinin yapay tükürüğün rekalsifikasyon etkisinden kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz. CPP – ACP'nin remineralizasyona katkısı birçok çalışmada gösterilmiştir^{104, 114, 127, 153-170, 188-191}. Ancak, ağartılmış mine yüzeyinde gıda boyası ile oluşacak renklenmeleri azaltmayı başarsa da, CPP - ACPF kadar engelleyemediği görülmektedir. Bunun sebebinin ortamda florür iyonlarının eksikliğinden kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz. CPP-ACP bileşiğinin içindeki kalsiyum ve fosfat iyonları rekalsifikasyon sağlayarak mine yüzey özelliklerini iyileştirebilse de, florür iyonu takviyesinin renklenmeyi önlemedeki etkinliği artırdığı anlaşılmaktadır.

Çalışmamızın sonuçları, yüzey tedavilerinin tükürük desteğinin olmadığı koşullardaki etkilerini yansıtmaktadır. *In vivo* koşullarda tükürüğün yıkayıcı etkisi, tamponlama kapasitesi, remineralizasyona katkısı ve içerdiği antimikrobiyal maddelerin mikroorganizmaların tutunmasının engellenmesine destek olabileceği de unutulmamalıdır.

5.5.2. Mikroorganizma Tutunmasını Önleyici Etki

Çalışmamızda sayım işlemi yalnız ışık mikroskopunda mikroskopik saha sayımı yöntemi ile yapılmış ve elde edilen skorlar arasında istatistiksel karşılaştırmalar yapılmıştır. Ancak, özellikle Streptokok türlerinin üst üste yığılarak koloni oluşturdukları bilinmektedir. Bu durumda, ışık mikroskopuyla iki boyutlu sayım yapıldığından, özellikle kümelenmiş kolonilerde gerçek sayılar elde edilemeyebilir. Mikroorganizma sayımının kültür sayım teknikleriyle yapılmasının, bu konuda daha detaylı fikir verebileceği kanısındayız.

Çalışmamızda karyojenik etkisi bilinen iki tür mikroorganizma kullanılmış ve türlerin aynı koşullardaki tutunma kapasitelerinin karşılaştırılma şansı da edinilmiştir. İstatistiksel incelemelerin sonuçlarına göre, ağartma yapılmış mine yüzeyine tutunan *S.mutans* ve *L.acidophilus* sayıları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bulgu, ağartma sonrası demineralizasyon oluşan minede, her iki türün de aynı derecede tutunma kapasitesine sahip olduklarını göstermektedir.

Yüzey tedavilerinin mikroorganizmaların tutunmasını önleyici etkisi incelendiğinde ise, ağartma yapılmış mine yüzeylerinde, ağartma yapılmamış mine yüzeylerine göre daha fazla *S.mutans* bulunduğu görülmektedir. Bu sonuç Gürkan ve ark.⁴, Zheng ve ark.⁵ ile Hosoya ve ark.⁶'nın elde ettikleri sonuçlarla uyumludur. Bunun sonucun minede artmış demineralizasyon ve yüzey pürüzlülüğünden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Yüzey tedavilerinin *S.mutans* tutunmasını önleyici etkileri karşılaştırıldığında, belirgin derecede önleyici etkiye sahip tek ajanın APF olduğu görülmektedir. Sadece ortalamalar karşılaştırıldığında ise tüm

ajanların *S.mutans* tutunmasını azaltabildiği görülmektedir. Tutunmayı engelleme kapasitesi yüksekten düşüğe doğru APF > CPP-ACPF > CPP-ACP > NaF > % 8 arginin + kalsiyum karbonat patı olarak sıralanmaktadır. *L.acidophilus* tutunmasını önleyici etkileri karşılaştırıldığında ise, tüm ajanların tutunmayı belirgin derecede azaltabildiği görülmektedir. Tutunmayı engelleme kapasitesi yüksekten düşüğe doğru APF > CPP – ACPF > CPP – ACP > NaF > % 8 arginin + kalsiyum karbonat patı olarak sıralanmaktadır.

Literatürde, ağartma tedavisinin ardından uygulanan yüzey tedavilerinin *S.mutans* ya da *L.acidophilus* tutunmasını önleme etkinliklerinin incelendiği veya karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yönde yapılacak araştırmaların, ağartma tedavisinin ardından görülen demineralizasyonun, karyojenik mikroorganizmalar tarafından ileri boyutlara taşınmasının engellenmesi açısından yararlı olacağını düşünmekteyiz.

Çalışmamızdan elde edilen istatistiksel sonuçlar incelendiğinde, *S.mutans*'ın tutunmasının sadece APF ile, *L.acidophilus* tutunmasının ise deneyde kullanılan tüm yüzey tedavi ajanlarıyla belirgin olarak engellenebildiği görülmektedir. *L.acidophilus*'un hücre boyutunun *S.mutans*'ın 6 katı kadar olabilmesi, Laktobasillerin fırsatçı mikroorganizmalar olmaları ve ancak minede ileri demineralizasyon görülmesi halinde kolonize olabilecekleri¹³² yönündeki bilgilerin, bu durumun açıklanmasına yardımcı olabileceğini düşünmekteyiz. Literatürde, ağartma yapılmış mine yüzeyine karyojenik mikroorganizmaların tutunma kapasitelerini karşılaştıran bir araştırmaya rastlanmamıştır. Ağartma ajanının konsantrasyonunun ya da uygulama süresinin artırılması, mine yüzeyinde daha fazla demineralizasyon oluşturacağından *L.acidophilus*'un tutunmasını kolaylaştırabilir. Bu nedenle, karyojenik mikroorganizmaların tutunma kapasitesinin, ağartma tedavisinin ardından oluşan mine yüzeyi

pürüzlülüğüyle ilişkisini değerlendirecek araştırmalar yapılmasının yararlı olacağını düşünmekteyiz.

Çalışmamızın sonuçları, yüzey tedavilerinin tükürük desteğinin olmadığı koşullardaki etkilerini yansıtmaktadır. *In vivo* koşullarda tükürüğün yıkayıcı etkisi, tamponlama kapasitesi, remineralizasyona katkısı ve içerdęi antimikrobiyal maddelerin mikroorganizmaların tutunmasının engellenmesine destek olabileceği de unutulmamalıdır.

6. SONUÇLAR

Vital ve devital ağartma yapılmış diş yüzeylerine uygulanan farklı yüzey tedavilerinin tekrar renklenmeye ve çürük yapıcı mikroorganizmaların tutunmasına etkilerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirildiği bu araştırmanın sınırları dahilinde;

- 1) Işık ile aktive edilmiş % 30 hidrojen peroksit ile 30 dakika süreyle uygulanan ağartma tedavisinin ardından, mine yüzeyinin 24 saat gıda boyasına maruz kalması halinde yeniden renklenme olduğu belirlenmiştir. Bu renklenme, ağartma yapılmamış mine yüzeyinde görülen renklenmeden belirgin olarak daha fazladır. Ağartma tedavisinin ardından elde edilen renk tonunun kalıcılığının korunması için, minenin kaybedilen yapısal özelliklerinin yüzey tedavileri yardımıyla tekrar kazandırılması gerekmektedir. Ayrıca, klinisyenlerin ağartma tedavilerinden sonra, hastalarını gıda boyası içeren ürünlerin de tüketiminin kısıtlanması konusunda uyarmaları gerektiğini düşünmekteyiz. Çalışmamızda, ağartma tedavilerinin hemen ardından demineralize mine yüzeyine uygulanan yüzey tedavi ajanlarının hepsi yeniden renklenmeyi azaltabildiği ve %1.23 APF ve CPP - ACPF bileşiklerinin daha etkin olduğu belirlenmiştir. Bu sonucun, % 1.23 APF ve CPP-ACPF'nin diğerlerine göre daha yüksek konsantrasyonda florür iyonu içermesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz.
- 2) Işık ile aktive edilmiş % 30 hidrojen peroksit ile 30 dakika süreyle uygulanan ağartma tedavisinin ardından mine yüzeyinde *S.mutans* ve *L.acidophilus* tutunmasının arttığı belirlenmiştir. Bu tutunma ağartma yapılmamış mine dokusundaki tutunmadan belirgin olarak daha fazladır. Ağartma tedavisinin ardından demineralize halde bulunan mine dokusuna karyojenik mikroorganizmaların tutunmasının kolaylaşması, çürük lezyonu gelişimini hızlandırabilir. Bu nedenle,

ağartma tedavilerinin ardından çürük riskinin de azaltılması amacıyla yüzey tedavilerinin uygulanması fayda sağlayacaktır. Çalışmamızda, ağartma tedavisinin hemen ardından mine yüzeyine % 1.23 APF ile yüzey tedavisi uygulamasının *S.mutans* tutunmasını; CPP-ACP-ACP, CPP-ACPF, %1.23 APF, % 2 NaF ya da % 8 arginin ve kalsiyum karbonat içeren pat ile yüzey tedavisi uygulamasının ise *L.acidophilus* tutunmasını azalttığı belirlenmiştir. *S.mutans* tutunmasını önlemede en etkili bileşiğin %1.23 APF olduğu görülmüştür. Bunun sebebi APF'nin yüksek florür iyonu konsantrasyonu olabilir. *L.acidophilus* tutunmasını tüm yüzey tedavileri engelleyebilmiştir. Bunun sebebi, *L.acidophilus*'un fırsatçı bir mikroorganizma olması ve kolonize olabilmek için demineralize olmuş yüzeylere ihtiyaç duymasındır.

- 3) Çürük profilaksisinde kullanılan remineralizasyon yöntemlerinin, ağartma tedavisinin ardından demineralize olan mine yüzeyinde kullanılması, ağartma tedavisinin kalıcılığını ve güvenilirliğini artıracaktır. Bu amaçla kalsiyum - fosfat içeren ve yüksek florür iyonu konsantrasyonuna sahip ajanların kullanılması daha etkili sonuçlar alınmasını sağlayacaktır.
- 4) Bu tedavi prensipleri vital, devital ve kanal tedavisi yapılmış tüm dişler için geçerlidir.
- 5) İleride, ağartma tedavisinin süresi ve kullanılan ağartma ajanının konsantrasyonu ile yüzey tedavilerinin uygulama süreleri arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla yapılacak araştırmaların, ağartma tedavisi sonrası mine yüzey özelliklerini iyileştirmeye yönelik uygulamaların geliştirilmesi bakımından yararlı olacağını düşünmekteyiz.

7. ÖZET

Vital ve devital ağartma yapılmış diş yüzeylerine uygulanan farklı yüzey tedavilerinin tekrar renklenmeye ve çürük yapıcı mikroorganizmaların tutunmasına etkilerinin değerlendirilmesi

Bu çalışmanın amacı, ağartma işleminin ardından mine yüzeyine uygulanan çeşitli yüzey tedavi ajanlarının *S.mutans* ve *L.acidophilus* tutunmasını ve gıda boya ile oluşabilecek yeniden renklenmeleri önlemedeki etkinliklerinin *in vitro* olarak araştırılmasıdır.

Bu çalışmada çürük, kron harabiyeti, mine çatlağı ya da onarım içermeyen insan keser dişlerinden elde edilmiş 164 kron ya ve mine-dentin kesiti kullanıldı. Örnekler; renklenme grubu (n=80) ve tutunma grubu (n=84) olarak iki ana gruba ayrıldı. Ağartma işlemi 30 dakika süresince, plazma ark ışıkla aktive edilmiş % 35 hidrojen peroksit içeren ağartma jeli ile yapıldı. CPP - ACP, CPP - ACPF, NaF, %1,23 APF, %8 arginin ve kalsiyum karbonat içeren profilaksi patı ile yapıldı. Yüzey tedavilerinin uygulanmasının ardından gıda örnekler gıda boyasına maruz bırakıldı. Renklenme grubundaki örneklerin, renk ölçümleri spektrofotometre yapıldı. Tutunma grubundaki örnekler *S.mutans* ve *L.acidophilus* mikroorganizmaları ekildi. 4 saat etüvde bekletilen örnekler gram boyası ile boyanarak mikroskop altında X1000 büyütmede incelendi. Her örneğin 10 ayrı sahasında mikroorganizma hücreleri sayılarak ortalamaları alındı. Elde edilen veriler Mann-Whitney U testi, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey testi ile değerlendirildi.

Ağartma tedavisinin ardından renklenmeyi önlemede CPP-ACPF ve APF, *S.mutans* tutunmasını önlemede APF, *L.acidophilus*

tutunmasını önlemede ise çalışmada kullanılan tüm yüzey tedavi ajanlarının değişen derecelerde başarılı oldukları belirlendi.

Ağartma tedavisinin ardından, mine yüzeyi hala demineralize haldeyken uygulanan yüzey tedavileri tekrar renklenmeyi, *S.mutans* ve *L.acidophilus* tutunmasını önlemektedir. Florür konsantrasyonunun artması etkinliği artırmaktadır. Florür, kalsiyum ve fosfat iyonları yoksunluğu etkinliği önemli derecede azaltmaktadır.

Anahtar kelimeler: Ağartma, yüzey tedavileri, remineralizasyon

8. SUMMARY

Evaluation of the efficiency of surface treatments on enamel in prevention the adhesion of cariogenic microorganisms and discoloration by food colorants

Aim of this *in vitro* study was to evaluate the efficiency of surface treatments in preventing both discoloration by food colorants and the adhesion of *S.mutans* or *L.acidophilus* on bleached enamel.

164 crowns and enamel-dentin cross-sections acquired from incisor human teeth with no caries, crown destruction, enamel crack or restoration were used in this study. Samples were divide into 2 groups; discoloration (n=80) and adhesion (n=84). Bleaching was performed by using %35 hydrogen peroxide bleaching gel for 30 min. under plasma arc light activation. CPP-ACP, CPP-ACPF, NaF, %1,23 APF, %8 arginine and calcium carbonate prophylaxy paste were used for surface treatments. After surface treatments, samples were exposed to food colorants. Spectrophotometer used for color measurement. In adhesion groups, *S.mutans* and *L.acidophilus* were inoculated on all of the samples. After incubation, samples were gram stained and examined using microscope under X1000 magnification. At least 10 areas were counted on all samples and mean values were recorded. The data was analyzed statistically with Mann-Whitney U test, analysis of variance (ANOVA) and Tukey test.

Both CPP-ACPF and APF were most effective agents in preventing discoloration, however APF was the most effective in preventing adhesion of *S.mutans*, and where all surface treatments were effective, variously, in preventing *L.acidophilus*.

Surface treatments that applied immediately after bleaching were effective in prevention of both discoloration and the adhesion of *S.mutans* or *L.acidophilus*. Efficiency may be related with the concentration of fluoride ions. Less fluoride uptake or lack of calcium-phosphate complexes reduces the efficiency, significantly.

Keywords: Bleaching, surface treatments, remineralisation

9. KAYNAKLAR

1. Araujo NC, da Costa Soares MU, Nery MM, Sales WS, Gerbi ME. Effect of pH values of two bleaching gels on enamel microhardness. *Gen Dent* 2013;61(4):55-8.
2. Majeed A, Grobler SR, Moola MH, Oberholzer TG. Effect of four over-the-counter tooth-whitening products on enamel microhardness. *SADJ* 2011;66(9):412-5.
3. Magalhaes JG, Marimoto AR, Torres CR, et al. Microhardness change of enamel due to bleaching with in-office bleaching gels of different acidity. *Acta Odontol Scand* 2012;70(2):122-6.
4. Gurgan S, Bolay S, Alacam R. In vitro adherence of bacteria to bleached or unbleached enamel surfaces. *J Oral Rehabil* 1997;24(8):624-7.
5. Zheng CY, Pan J, Wang ZH, Wang Y. Effects of hydrogen peroxide-containing bleaching on the growth of *Streptococcus mutans* biofilm on enamel disc surface. *Beijing Da Xue Xue Bao* 2014;46(1):30-4.
6. Hosoya N, Honda K, Iino F, Arai T. Changes in enamel surface roughness and adhesion of *Streptococcus mutans* to enamel after vital bleaching. *J Dent* 2003;31(8):543-8.
7. McCracken MS, Haywood VB. Demineralization effects of 10 percent carbamide peroxide. *J Dent* 1996;24(6):395-8.
8. Burgmaier GM, Schulze IM, Attin T. Fluoride uptake and development of artificial erosions in bleached and fluoridated enamel in vitro. *J Oral Rehabil* 2002;29(9):799-804.
9. Attin T, Kielbassa AM, Schwanenberg M, Hellwig E. Effect of fluoride treatment on remineralization of bleached enamel. *J Oral Rehabil* 1997;24(4):282-6.

10. Shannon H, Spencer P, Gross K, Tira D. Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Quintessence Int* 1993;24(1):39-44.
11. Singh RD, Ram SM, Shetty O, Chand P, Yadav R. Efficacy of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate to prevent stain absorption on freshly bleached enamel: An in vitro study. *J Conserv Dent* 2010;13(2):76-9.
12. Suge T, Ishikawa K, Kawasaki A, et al. Effects of fluoride on the calcium phosphate precipitation method for dentinal tubule occlusion. *J Dent Res* 1995;74(4):1079-85.
13. Ley M, Wagner T, Bizhang M. The effect of different fluoridation methods on the red wine staining potential on intensively bleached enamel in vitro. *Am J Dent* 2006;19(2):80-4.
14. Özyurt A, Erten H. Staining preventive effect of topical fluoride application after vital tooth bleaching. . Paper presented at: 151 ADA SCADA Orlando FL, 2010.
15. Dayan D, Heifferman A, Gorski M, Begleiter A. Tooth discoloration--extrinsic and intrinsic factors. *Quintessence Int Dent Dig* 1983;14(2):195-9.
16. Louka AN. Esthetic treatment of anterior teeth. Technique choices. *J Can Dent Assoc* 1989;55(1):29-32.
17. Alaçam T, Alaçam A, Aydın M, et al. *Endodonti: Mimtaş Yay.;* 2012.
18. Slot D, Berchier C, Addy M, Van der Velden U, Van der Weijden G. The efficacy of chlorhexidine dentifrice or gel on plaque, clinical parameters of gingival inflammation and tooth discoloration: a systematic review. *Int J Dent Hyg* 2014;12(1):25-35.

19. Krastl G, Allgayer N, Lenherr P, et al. Tooth discoloration induced by endodontic materials: a literature review. *Dent Traumatol* 2013;29(1):2-7.
20. Lenherr P, Allgayer N, Weiger R, et al. Tooth discoloration induced by endodontic materials: a laboratory study. *Int Endod J* 2012;45(10):942-9.
21. Belobrov I, Parashos P. Treatment of tooth discoloration after the use of white mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2011;37(7):1017-20.
22. Kim JH, Kim Y, Shin SJ, Park JW, Jung IY. Tooth discoloration of immature permanent incisor associated with triple antibiotic therapy: a case report. *J Endod* 2010;36(6):1086-91.
23. Azer SS, Hague AL, Johnston WM. Effect of pH on tooth discoloration from food colorant in vitro. *J Dent* 2010;38 Suppl 2:e106-9.
24. Sulieman M. An overview of tooth discoloration: extrinsic, intrinsic and internalized stains. *Dent Update* 2005;32(8):463-4, 66-8, 71.
25. Sapir S. Differential diagnosis of tooth discoloration, staining and pigmentation. *Refuat Hapeh Vehashinayim* 2005;22(2):24-36, 85.
26. Pontefract H, Courtney M, Smith S, Newcombe RG, Addy M. Development of methods to enhance extrinsic tooth discoloration for comparison of toothpastes. 1. Studies in vitro. *J Clin Periodontol* 2004;31(1):1-6.
27. Garcia-Lopez M, Martinez-Blanco M, Martinez-Mir I, Palop V. Amoxicillin-clavulanic acid-related tooth discoloration in children. *Pediatrics* 2001;108(3):819.

28. Meyboom RH, Verduijn MM, Steenvoorden MG, Dekens-Konter JA, van Puijenbroek EP. Reversible tooth discoloration during oral use of antibiotics. *Ned Tijdschr Geneesk* 1996;140(4):207-9.
29. Chiappinelli JA, Walton RE. Tooth discoloration resulting from long-term tetracycline therapy: a case report. *Quintessence Int* 1992;23(8):539-41.
30. Bella G, Messina G, Scuto A, Trovato S. [Modern views on treating tooth discoloration from tetracycline]. *Stomatol Mediterr* 1991;11(1):39-45.
31. Tosaka S, Uchikawa Y, Uchikura Y, Takahashi K, Okumura T. [Tooth discoloration possibly caused by medication (tetracycline)]. *Shigaku* 1989;77(2):742-9.
32. Luo GY. [Influence of the treatment of tooth discoloration caused by tetracycline on the structure of teeth]. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 1989;24(6):365-7.
33. Satoh T. The influence of post-core metal's composition on tooth discoloration. *Shikwa Gakuho* 1987;87(4):603-25.
34. van der Burgt TP, Plasschaert AJ. [Tooth discoloration caused by endodontic materials]. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1986;93(3):117-20.
35. van der Burgt TP, Plasschaert AJ. Bleaching of tooth discoloration caused by endodontic sealers. *J Endod* 1986;12(6):231-4.
36. van der Burgt TP, Mullaney TP, Plasschaert AJ. Tooth discoloration induced by endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1986;61(1):84-9.
37. van der Burgt TP, Plasschaert AJ. Tooth discoloration induced by dental materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985;60(6):666-9.

38. Liu BQ. Relation between tetracyclines and tooth discoloration and dental caries. *Zhonghua Kou Qiang Ke Za Zhi* 1985;20(2):107-9.
39. Addy M, Moran J, Griffiths AA, Wills-Wood NJ. Extrinsic tooth discoloration by metals and chlorhexidine. I. Surface protein denaturation or dietary precipitation? *Br Dent J* 1985;159(9):281-5.
40. Addy M, Moran J. Extrinsic tooth discoloration by metals and chlorhexidine. II. Clinical staining produced by chlorhexidine, iron and tea. *Br Dent J* 1985;159(10):331-4.
41. Hayashi K. [Discoloration of tooth by tetracycline--bleaching of the tooth]. *Nihon Shika Ishikai Zasshi* 1979;32(9):952-7.
42. Eriksen HM, Nordbo H. [Discoloration of the tooth surface]. *Nor Tannlaegeforen Tid* 1979;89(4):201-5.
43. Eriksen HM, Jemtland B, Finckenhagen HJ, Gjermo P. Evaluation of extrinsic tooth discoloration. *Acta Odontol Scand* 1979;37(6):371-5.
44. Moffitt JM, Cooley RO, Olsen NH, Hefferren JJ. Prediction of tetracycline-induced tooth discoloration. *J Am Dent Assoc* 1974;88(3):547-52.
45. Anderson AB. Tooth discoloration from tetracyclines. *J Mo Dent Assoc* 1974;54(6):25-7.
46. Stepka EJ, Jr. Tetracycline antibiotics and tooth discoloration. *R I Dent J* 1973;6(4):3.
47. Frankel MA. Tetracycline antibiotics and tooth discoloration. *ASDC J Dent Child* 1970;37(2):117-20.
48. Erten H, Erol S. Renklenme nedenleri ve tedavi planlaması. *Dicle Diş Hek Der* 2013;14(153-60).
49. Nathoo S. The chemistry and mechanism of extrinsic and intrinsic discoloration. *J Am Dent Assoc* 1997;128 (Special Suppl):6-10.

50. Prathap S, Rajesh H, Bolor V, Rao A. Extrinsic stains and management: A new insight. *J. Acad. Indus. Res.* 2013;1(8):435-42.
51. Karaali A, Özçelik B. Gıda katkısı olarak doğal ve sentetik boyalar. *GIDA* 1993;18(6):389-96.
52. Kwon SR. The evolution of tooth whitening. *J Contemp Dent Pract* 2013;14(4):i.
53. Truman J. Bleaching of non-vital discoloured anterior teeth. *Dent Times* 1864;1(1):69-72.
54. Kirk E. The chemical bleaching of teeth. *Dent Cosmos* 1889;31:273-83.
55. 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.
56. Goldstein RE. In-office bleaching: where we came from, where we are today. *J Am Dent Assoc* 1997;128 Suppl:11S-15S.
57. Harlan A. The removal of stains from teeth caused by administration of medical agents and the bleaching of pulpless tooth. *Am J Dent Sci* 1884;1884/1885(18):521.
58. Abbot C. Bleaching discolored teeth by mean 30 percent perhydrol and electric light rays. *J Allied Dent Society* 1918;13:259.
59. Prinz H. Recent improvements in tooth bleaching. A clinical syllabus. *Dental Cosmos* 1924;66:558.
60. Spasser H. A simple bleaching technique using sodium perborate. *NY State Dent J* 1961;27:332-35.
61. Nutting E, Poe G. A new combination for bleaching teeth. *J So CA Dent Assoc* 1963;31:289-91.

62. Baumgartner JC, Reid DE, Pickett AB. Human pulpal reaction to the modified McInnes bleaching technique. *J Endod* 1983;9(12):527-9.
63. Haywood V. Nightguard vital bleaching, a history and product update. Part I. *Esthet Dent Update* 1991;2:63-66.
64. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int* 1989;20(3):173-6.
65. Brininstool C. Vapor bleaching. *Dental Cosmos* 1913;55:532.
66. Rosenthal P. The combined use of ultra-violet rays and hydrogen dioxide for bleaching teeth. *Dental Cosmos* 1911;53:246.
67. Andreasen F. Transient apical breakdown and its relation to colour and sensibility changes after luxation injuries to teeth. *Endod Dent Traumatol* 1986;2:9-19.
68. Hodosh M, Mirman M, Shklar G, Povar M. A new method of bleaching discolored teeth by the use of a solid state direct heating device. *Dent Dig* 1970;76(8):344-6.
69. Caldwell CB. Heat source for bleaching discolored teeth. *Ariz Dent J* 1967;13(4):18-9.
70. Stewart G. Bleaching discoloured pulpless teeth. *J Am Dent Assoc* 1965;70:235.
71. Merrell J. Bleaching of discoloured pulpless tooth. *J Can Dent Assoc* 1954;20:380.
72. Westlake A. Bleaching teeth by electricity. *Am J Dent Sci* 1895;29:101.
73. Grundlingh AA, Grossman ES, Witcomb MJ. Tooth colour change with Ozicure Oxygen Activator: a comparative in vitro tooth bleaching study. *SADJ* 2012;67(7):332-7.

74. Tessier J, Rodriguez PN, Lifshitz F, Friedman SM, Lanata EJ. The use of ozone to lighten teeth. An experimental study. *Acta Odontol Latinoam* 2010;23(2):84-9.
75. Cohen S, Parkins FM. Bleaching tetracycline-stained vital teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1970;29(3):465-71.
76. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching: how safe is it? *Quintessence Int* 1991;22(7):515-23.
77. Ritter AV, Leonard RH, Jr., St Georges AJ, Caplan DJ, Haywood VB. Safety and stability of nightguard vital bleaching: 9 to 12 years post-treatment. *J Esthet Restor Dent* 2002;14(5):275-85.
78. Swift EJ, Jr. In-office bleaching. *J Esthet Restor Dent* 2004;16(2):87-8.
79. Wandera A, Feigal RJ, Douglas WH, Pintado MR. Home-use tooth bleaching agents: an in vitro study on quantitative effects on enamel, dentin, and cementum. *Quintessence Int* 1994;25(8):541-6.
80. Ari H, Üngör M. In vitro comparison of different types of sodium perborate used for intracoronar bleaching of discoloured teeth. *Int Endod J* 2002;35(5):433-6.
81. Weiger R, Kuhn A, Lost C. Radicular penetration of hydrogen peroxide during intra-coronar bleaching with various forms of sodium perborate. *Int Endod J* 1994;27(6):313-7.
82. Rotstein I, Dankner E, Goldman A, et al. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J Endod* 1996;22(1):23-5.
83. Oltu Ü, Gürgan S. Farklı konsantrasyonlardaki karbamid peroksit ağartma ajanlarının mine yüzeyine etkilerinin pürüzlülük, sertlik ve yüzey görünümü yönünden değerlendirilmesi. *H Ü Diş Hek Fak Derg* 1997;21:18.

84. Basting RT, Rodrigues AL, Jr., Serra MC. The effects of seven carbamide peroxide bleaching agents on enamel microhardness over time. *J Am Dent Assoc* 2003;134(10):1335-42.
85. Cimilli H KN, Göller G, Aftar H. Çeşitli konsantrasyonlarda karbamid peroksit içeren beyazlatma ajanlarının minenin kimyasal kompozisyonuna etkilerinin incelenmesi. *Türk Endodonti Derneği 6. Uluslararası Kongresi Tebliği Özet Kitapçığı* 1998:55.
86. Sulieman M, Addy M, Röss C. Surface and intrapulpal temperature rises during tooth bleaching: An in vitro study. *British Dental Journal* 2005;199:37-40.
87. Pecora JD, Cruzfilho AM, Souto MD, Silva RG. In vitro action of various bleaching agents on the microhardness of human dentin. *Braz Dent J* 1994;5(2):129-34.
88. Strobl A, Gutknecht N, Franzen R, et al. Laser-assisted in-office bleaching using a neodymium:yttrium-aluminum-garnet laser: an in vivo study. *Lasers Med Sci* 2010;25(4):503-9.
89. Ulukı H. Effect of different bleaching techniques on enamel surface microhardness. *Quintessence Int* 2007;38(4):e201-5.
90. Ersöz E, Özyurt P. Karbamid peroksit içeren farklı ağartma ajanlarının mine yüzeyine olan etkisi: SEM çalışması. *T Klin Diş Hek Bil* 1998;4:180.
91. Berger S B CV, Martin A A, Soares L E, Arruda M A, Brancalion M L, Giannini M. Effects of combined use light irradiation and 35 % hydrogen peroxide for dental bleaching on human enamel mineral content. *Photomed Laser Surg*, 2010;28:533.
92. Tezel H, Ertas OS, Ozata F, Dalgı H, Korkut ZO. Effect of bleaching agents on calcium loss from the enamel surface. *Quintessence Int* 2007;38(4):339-47.

93. Cortes G, Pini NP, Lima DA, et al. Influence of coffee and red wine on tooth color during and after bleaching. *Acta Odontol Scand* 2013;71(6):1475-80.
94. Liporoni PC, Souto CM, Pazinato RB, et al. Enamel susceptibility to coffee and red wine staining at different intervals elapsed from bleaching: a photoreflectance spectrophotometry analysis. *Photomed Laser Surg* 2010;28 Suppl 2:S105-9.
95. 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.
96. Akal N, Over H, Olmez A, Bodur H. Effects of carbamide peroxide containing bleaching agents on the morphology and subsurface hardness of enamel. *J Clin Pediatr Dent* 2001;25(4):293-6.
97. Lenhard M. Assessing tooth color change after repeated bleaching in vitro with a 10 percent carbamide peroxide gel. *J Am Dent Assoc* 1996;127(11):1618-24.
98. Rosenstiel SF, Gegauff AG, Johnston WM. Duration of tooth color change after bleaching. *J Am Dent Assoc* 1991;122(4):54-9.
99. Gegauff AG, Rosenstiel SF, Langhout KJ, Johnston WM. Evaluating tooth color change from carbamide peroxide gel. *J Am Dent Assoc* 1993;124(6):65-72.
100. McGuckin RS, Babin JF, Meyer BJ. Alterations in human enamel surface morphology following vital bleaching. *J Prosthet Dent* 1992;68(5):754-60.
101. Setien V, Roshan S, Cala C, Ramirez R. Pigmentation susceptibility of teeth after bleaching with 2 systems: an in vitro study. *Quintessence Int* 2009;40(1):47-52.

102. Ernst CP, Marroquin BB, Willershausen-Zonnchen B. Effects of hydrogen peroxide-containing bleaching agents on the morphology of human enamel. *Quintessence Int* 1996;27(1):53-6.
103. ten Cate JM. Review on fluoride, with special emphasis on calcium fluoride mechanisms in caries prevention. *Eur J Oral Sci* 1997;105(5 Pt 2):461-5.
104. Reynolds EC, Cai F, Cochrane NJ, et al. Fluoride and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *J Dent Res* 2008;87(4):344-8.
105. Cochrane NJ, Cai F, Huq NL, Burrow MF, Reynolds EC. New approaches to enhanced remineralization of tooth enamel. *J Dent Res* 2010;89(11):1187-97.
106. Al-Mullahi AM, Toumba KJ. Effect of slow-release fluoride devices and casein phosphopeptide/amorphous calcium phosphate nanocomplexes on enamel remineralization in vitro. *Caries Res* 2010;44(4):364-71.
107. Beerens MW, van der Veen MH, van Beek H, ten Cate JM. Effects of casein phosphopeptide amorphous calcium fluoride phosphate paste on white spot lesions and dental plaque after orthodontic treatment: a 3-month follow-up. *Eur J Oral Sci* 2010;118(6):610-7.
108. Bhat SS, Hegde SK, Habibullah MA, Bernhardt V. Incipient enamel lesions remineralization using casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate cream with and without fluoride: a laser fluorescence study. *J Clin Pediatr Dent* 2012;36(4):353-5.
109. Cehreli SB, Sar C, Polat-Ozsoy O, Unver B, Ozsoy S. Effects of a fluoride-containing casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate complex on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Eur J Orthod* 2012;34(2):193-7.

110. Elsayad I, Sakr A, Badr Y. Combining casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate with fluoride: synergistic remineralization potential of artificially demineralized enamel or not? *J Biomed Opt* 2009;14(4):044039.
111. Kecik D, Cehreli SB, Sar C, Unver B. Effect of acidulated phosphate fluoride and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate application on shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2008;78(1):129-33.
112. Mayne RJ, Cochrane NJ, Cai F, Woods MG, Reynolds EC. In-vitro study of the effect of casein phosphopeptide amorphous calcium fluoride phosphate on iatrogenic damage to enamel during orthodontic adhesive removal. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139(6):e543-51.
113. Ogata K, Warita S, Shimazu K, et al. Combined effect of paste containing casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate and fluoride on enamel lesions: an in vitro pH-cycling study. *Pediatr Dent* 2010;32(5):433-8.
114. Tehrani MH, Ghafournia M, Samimi P, et al. Effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate and acidulated phosphate fluoride gel on erosive enamel wear. *Dent Res J (Isfahan)* 2011;8(Suppl 1):S64-70.
115. Zhang CB, Sun XH, Hou X, Yan K. Comparative studies of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate and fluoride products in inhibiting enamel demineralization. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2012;47(8):490-4.
116. Zhao Q, Cai F. [The remineralization of enamel lesions by casein phosphopeptide-amorphous calcium fluoride phosphate in vitro]. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2001;36(6):421-3.

117. Harper DS, Osborn JC, Hefferren JJ, Clayton R. Cariostatic evaluation of cheeses with diverse physical and compositional characteristics. *Caries Res* 1986;20(2):123-30.
118. Reynolds EC, Johnson IH. Effect of milk on caries incidence and bacterial composition of dental plaque in the rat. *Arch Oral Biol* 1981;26(5):445-51.
119. Rosen S MD, Harper DS, Harper WJ, Beck EX, Beck FM Effect of cheese, with and without sucrose, on dental caries and recovery of *Streptococcus mutans* in rats. *J Dent Res* 1984;63:894-96.
120. Krobicka A, Bowen WH, Pearson S, Young DA. The effects of cheese snacks on caries in desalivated rats. *J Dent Res* 1987;66(6):1116-9.
121. Silva MF BR, Sandham HJ, Jenkins GN Effects of watersoluble components of cheese on experimental caries in humans. *J Dent Res* 1987;66:38-41.
122. McDougall WA. Effect of milk on enamel demineralization and remineralization in vitro. *Caries Res* 1977;11(3):166-72.
123. Mor BM, Rodda JC. In vitro remineralisation of artificial caries-like lesions with milk. *N Z Dent J* 1983;79(355):10-5.
124. Aimutis WR. Bioactive properties of milk proteins with particular focus on anticariogenesis. *J Nutr* 2004;134(4):989-95.
125. Reynolds EC, Cain CJ, Webber FL, et al. Anticariogenicity of calcium phosphate complexes of tryptic casein phosphopeptides in the rat. *J Dent Res* 1995;74(6):1272-9.
126. Cross KJ, Huq NL, Palamara JE, Perich JW, Reynolds EC. Physicochemical characterization of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate nanocomplexes. *J Biol Chem* 2005;280(15):15362-9.

127. Bayrak S, Tunc ES, Sonmez IS, Egilmez T, Ozmen B. Effects of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP) application on enamel microhardness after bleaching. *Am J Dent* 2009;22(6):393-6.
128. Yesilyurt C, Sezer U, Ayar MK, Alp CK, Tasdemir T. The effect of a new calcium-based agent, Pro-Argin, on the microhardness of bleached enamel surface. *Aust Dent J* 2013;58(2):207-12.
129. Gürgan S, akır FY. Karyoloji: Lezyon, Etyoloji, nleme ve Kontrol (Cariology: The Lesion, Etiology, Prevention and Control) Ankara: Gneş Tıp Kitabevleri; 2010.
130. Motisuki C, Lima LM, Spolidorio DM, Santos-Pinto L. Influence of sample type and collection method on *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus* spp. counts in the oral cavity. *Arch Oral Biol* 2005;50(3):341-5.
131. Roberson T, Heymann H, Swift E, Sturdevant CM. *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*. Elsevier. 2006:135-242.
132. Aydın M, Mısırlıgil A. *Ağız Mikrobiyolojisi*. Ankara: MN Medikal ve Nobel Tıp Kitabevi; 2012.
133. Shivakumar KM, Vidya SK, Chandu GN. Dental caries vaccine. *Indian J Dent Res* 2009;20(1):99-106.
134. Rahim ZH, Thuraiajah N. Scanning electron microscopic study of Piper betle L. leaves extract effect against *Streptococcus mutans* ATCC 25175. *J Appl Oral Sci* 2011;19(2):137-46.
135. Loesche WJ. Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. *Microbiol. Mol. Biol. Rev* 1986;50:353-80.
136. Trahan L. Xylitol: a review of its action on mutans streptococci and dental plaque--its clinical significance. *Int. Dent. J* 1995;45:77-92.

137. Lamont RJD, D.R.; Davis, C.A.; Malamud, D.; Rosan, B. . Salivary-Agglutinin-Mediated Adherence of Streptococcus-Mutans to Early Plaque Bacteria. *Infect. Immun.* 1991;59:3446-50.
138. Tanzer JM, Livingston J, Thompson AM. The microbiology of primary dental caries in humans. *J Dent Educ* 2001;65(10):1028-37.
139. Çakır FY, Gürkan S, Attar N. Çürük mikrobiyolojisi. *H Ü Diş Hek Fak Derg* 2010;34(3-4):78-91.
140. Flegler S. *L.acidophilus* bacteria SEM: Dr. Stanley Flegler/Visuals Unli; 2013.
141. Flegler S, Heckman JW, Klomprens KL. Scanning and transmission electron microscopy: An introduction. Oxford Univ. Press 1993.
142. Brundle CR, Evans CA, Wilson S. Encyclopedia of Materials Characterization. Butterworth-Heinemann 1992.
143. Dudea D, Florea A, Mişu C, et al. The use of scanning electron microscopy in evaluating the effect of a bleaching agent on the enamel surface. *Romanian Journal of Morphology and Embryology* 2009;50(3):435-40.
144. Allen D, Cooksey C, Tsai B. Spectrophotometry. 2010. Okunduğu web sitesi: <http://www.nist.gov/pml/div685/grp03/spectrophotometry.cfm> (01.02.2014, 18:50)
145. Alsaleh S, Labban M, AlHariri M, Tashkandi E. Evaluation of self shade matching ability of dental students using visual and instrumental means. *J Dent* 2012;40 Suppl 1:e82-7.
146. Judeh A, Al-Wahadni A. A comparison between conventional visual and spectrophotometric methods for shade selection. *Quintessence Int* 2009;40(9):e69-79.

147. Llana C, Lozano E, Amengual J, Forner L. Reliability of two color selection devices in matching and measuring tooth color. *J Contemp Dent Pract* 2011;12(1):19-23.
148. Basting RT, Amaral FL, Franca FM, Florio FM. Clinical comparative study of the effectiveness of and tooth sensitivity to 10% and 20% carbamide peroxide home-use and 35% and 38% hydrogen peroxide in-office bleaching materials containing desensitizing agents. *Oper Dent* 2012;37(5):464-73.
149. Abouassi T, Wolkewitz M, Hahn P. Effect of carbamide peroxide and hydrogen peroxide on enamel surface: an in vitro study. *Clin Oral Investig* 2011;15(5):673-80.
150. Addy M, Moran J, Newcombe R, Warren P. The comparative tea staining potential of phenolic, chlorhexidine and anti-adhesive mouthrinses. *J Clin Periodontol* 1995;22(12):923-8.
151. Sheen S, Banfield N, Addy M. The propensity of individual saliva to cause extrinsic staining in vitro--a developmental method. *J Dent* 2001;29(2):99-102.
152. Armenio RV, Fitarelli F, Armenio MF, et al. The effect of fluoride gel use on bleaching sensitivity: a double-blind randomized controlled clinical trial. *J Am Dent Assoc* 2008;139(5):592-7; quiz 626-7.
153. Giulio AB, Matteo Z, Serena IP, Silvia M, Luigi C. In vitro evaluation of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP) effect on stripped enamel surfaces. A SEM investigation. *J Dent* 2009;37(3):228-32.
154. Gjorgievska ES, Nicholson JW. A preliminary study of enamel remineralization by dentifrices based on Recalden (CPP-ACP) and Novamin (calcium-sodium-phosphosilicate). *Acta Odontol Latinoam* 2010;23(3):234-9.

155. Kumar VL, Itthagarun A, King NM. The effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on remineralization of artificial caries-like lesions: an in vitro study. *Aust Dent J* 2008;53(1):34-40.
156. Ranjitkar S, Kaidonis JA, Richards LC, Townsend GC. The effect of CPP-ACP on enamel wear under severe erosive conditions. *Arch Oral Biol* 2009;54(6):527-32.
157. Shen P, Cai F, Nowicki A, Vincent J, Reynolds EC. Remineralization of enamel subsurface lesions by sugar-free chewing gum containing casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *J Dent Res* 2001;80(12):2066-70.
158. Turssi CP, Maeda FA, Messias DC, et al. Effect of potential remineralizing agents on acid softened enamel. *Am J Dent* 2011;24(3):165-8.
159. Wu G, Liu X, Hou Y. Analysis of the effect of CPP-ACP tooth mousse on enamel remineralization by circularly polarized images. *Angle Orthod* 2010;80(5):933-8.
160. Alkhtib A, Manton DJ, Burrow MF, et al. Effects of bleaching agents and Tooth Mousse on human enamel hardness. *J Investig Clin Dent* 2013;4(2):94-100.
161. de Vasconcelos AA, Cunha AG, Borges BC, et al. Enamel properties after tooth bleaching with hydrogen/carbamide peroxides in association with a CPP-ACP paste. *Acta Odontol Scand* 2012;70(4):337-43.
162. Ivanoff CS, Hottel TL, Garcia-Godoy F. Microhardness recovery of demineralized enamel after treatment with fluoride gel or CPP-ACP paste applied topically or with dielectrophoresis. *Am J Dent* 2012;25(2):109-13.

163. Tantbirojn D, Huang A, Ericson MD, Poolthong S. Change in surface hardness of enamel by a cola drink and a CPP-ACP paste. *J Dent* 2008;36(1):74-9.
164. Baroni C, Marchionni S, Bazzocchi MG, et al. A SEM and non-contact surface white light profilometry in vivo study of the effect of a cream containing CPP-ACP and fluoride on young etched enamel. *Scanning* 2013.
165. Mathias J, Kavitha S, Mahalaxmi S. A comparison of surface roughness after micro abrasion of enamel with and without using CPP-ACP: An in vitro study. *J Conserv Dent* 2009;12(1):22-5.
166. Poggio C, Lombardini M, Vigorelli P, Ceci M. Analysis of dentin/enamel remineralization by a CPP-ACP paste: AFM and SEM study. *Scanning* 2013.
167. Jayarajan J, Janardhanam P, Jayakumar P. Efficacy of CPP-ACP and CPP-ACPF on enamel remineralization - an in vitro study using scanning electron microscope and DIAGNOdent. *Indian J Dent Res* 2011;22(1):77-82.
168. Srinivasan N, Kavitha M, Loganathan SC. Comparison of the remineralization potential of CPP-ACP and CPP-ACP with 900 ppm fluoride on eroded human enamel: An in situ study. *Arch Oral Biol* 2010;55(7):541-4.
169. Pukallus ML, Plonka KA, Holcombe TF, et al. A randomized controlled trial of a 10 percent CPP-ACP cream to reduce mutans streptococci colonization. *Pediatr Dent* 2013;35(7):550-5.
170. Erdem AP, Sepet E, Avshalom T, Gutkin V, Steinberg D. Effect of CPP-ACP and APF on *Streptococcus mutans* biofilm: A laboratory study. *Am J Dent* 2011;24(2):119-23.

171. Agrawal N, Pushpanjali K. Feasibility of including APF gel application in a school oral health promotion program as a caries-preventive agent: a community intervention trial. *J Oral Sci* 2011;53(2):185-91.
172. Banda NR, Vanaja Reddy G, Shashikiran ND. Evaluation of primary tooth enamel surface morphology and microhardness after Nd:YAG laser irradiation and APF gel treatment--an in vitro study. *J Clin Pediatr Dent* 2011;35(4):377-82.
173. Delbem AC, Cury JA. Effect of application time of APF and NaF gels on microhardness and fluoride uptake of in vitro enamel caries. *Am J Dent* 2002;15(3):169-72.
174. Hattab FN, Wei SH, Chan DC. A scanning electron microscopic study of enamel surfaces treated with topical fluoride agents in vivo. *ASDC J Dent Child* 1988;55(3):205-9.
175. Mathew A, Reddy NV, Sugumaran DK, et al. Acquired acid resistance of human enamel treated with laser (Er:YAG laser and Co2 laser) and acidulated phosphate fluoride treatment: An in vitro atomic emission spectrometry analysis. *Contemp Clin Dent* 2013;4(2):170-5.
176. Reddy VV, Indushekar KR. In vitro evaluation of NaF and APF-gel application on surface microhardness of enamel in children of low, optimum and high fluoride areas. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 1992;10(1):1-6.
177. Villena RS, Tenuta LM, Cury JA. Effect of APF gel application time on enamel demineralization and fluoride uptake in situ. *Braz Dent J* 2009;20(1):37-41.
178. Laheij AM, van Strijp AJ, van Loveren C. In situ remineralisation of enamel and dentin after the use of an amine fluoride mouthrinse in

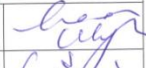

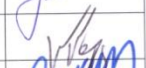


addition to twice daily brushings with amine fluoride toothpaste. *Caries Res* 2010;44(3):260-6.

179. Mensinkai PK, Ccahuana-Vasquez RA, Chedjieu I, et al. In situ remineralization of white-spot enamel lesions by 500 and 1,100 ppm F dentifrices. *Clin Oral Investig* 2012;16(4):1007-14.
180. Murakami C, Bonecker M, Correa MS, Mendes FM, Rodrigues CR. Effect of fluoride varnish and gel on dental erosion in primary and permanent teeth. *Arch Oral Biol* 2009;54(11):997-1001.
181. Trairatvorakul C, Kangvansurakit N, Pathomburi J. In vitro comparison of self versus professionally applied remineralizing materials. *J Clin Pediatr Dent* 2010;34(4):323-8.
182. Kavaloglu Cildir S, Sandalli N. Compressive strength, surface roughness, fluoride release and recharge of four new fluoride-releasing fissure sealants. *Dent Mater J* 2007;26(3):335-41.
183. Lagerweij MD, ten Cate JM. Remineralisation of enamel lesions with daily applications of a high-concentration fluoride gel and a fluoridated toothpaste: an in situ study. *Caries Res* 2002;36(4):270-4.
184. Sales-Peres Ade C, Marsicano JA, Garcia RP, et al. Effect of natural gel product on bovine dentin erosion in vitro. *J Appl Oral Sci* 2013;21(6):597-600.
185. Sawyer KK, Donly KJ. Remineralization effects of a sodium fluoride bioerodible gel. *Am J Dent* 2004;17(4):245-8.
186. Toda S, Featherstone JD. Effects of fluoride dentifrices on enamel lesion formation. *J Dent Res* 2008;87(3):224-7.
187. Ferreira Sda S, Araujo JL, Morhy ON, et al. The effect of fluoride therapies on the morphology of bleached human dental enamel. *Microsc Res Tech* 2011;74(6):512-6.

188. Publio JC, D'Arce MB, Brunharo NM, et al. Influence of surface treatments on enamel susceptibility to staining by cigarette smoke. *J Clin Exp Dent* 2013;5(4):e163-8.
189. Goswami M, Saha S, Chaitra TR. Latest developments in non-fluoridated remineralizing technologies. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2012;30(1):2-6.
190. Vashisht R, Indira R, Ramachandran S, Kumar A, Srinivasan MR. Role of casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate in remineralization of white spot lesions and inhibition of *Streptococcus mutans*? *J Conserv Dent* 2013;16(4):342-6.
191. Wang JX, Yan Y, Wang XJ. Clinical evaluation of remineralization potential of casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate nanocomplexes for enamel decalcification in orthodontics. *Chin Med J (Engl)* 2012;125(22):4018-21.

10. EKLER

Ek 1: Etik Kurul Karar Formu

GAZİ ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU						
GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR KARAR FORMU						
ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUNUN ADI	Gazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu				
	AÇIK ADRES	Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlık Binası 06500 Beşevler/Ankara				
	TELEFON	0312 202 69 58				
	FAKS	0312 202 46 73				
	E-POSTA	tipetikkurul@gazi.edu.tr				
BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Ağartma yapılmış mine yüzeyine uygulanan yüzey tedavilerinin yeniden renklenmeyi ve karyojenik mikroorganizmaların tutunmasını engelleyici etkisinin değerlendirilmesi				
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof.Dr.S.Hülya ERTEN CAN				
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI /UZMANLIK ALANI/ BULUNDUĞU MERKEZ	Diş Hekimliği Fakültesi				
	DESTEKLEYİCİ (Varsa)					
	ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	Diğer:Çekilmiş dişlerle yapılan in vitro çalışmalar- Doktora Tezi				
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ	ÇOK MERKEZLİ	ULUSAL	ULUSLARARASI		
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Ver.No	Dili		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	21.02.2014	0.1	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı			Açıklama		
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ		<input type="checkbox"/>			
	BIYOLOJİK MATERYAL TRANSFER FORMU		<input type="checkbox"/>			
	DİĞER		<input type="checkbox"/>			
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 99	Toplantı tarihi: 24.02.2014				
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup, araştırma dosyasında belirtilen merkez/merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına, G.Ü. Klinik Araştırmalar Etik Kurulu üyelerinin oybirliği ile karar verilmiştir.					
GAZİ ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU						
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik (13.04.2013), İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu					
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof.Dr.Canan ULUOĞLU					
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişkisi	Katılım *	İmza
Prof.Dr.Canan ULUOĞLU BAŞKAN	Tıbbi Farmakoloji A.D	G.Ü.T.F	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Uzm.Dr.Cemal GÜVERCİN BAŞKAN YARD.	Tıp Etiği	Y.mah. Prof.Dr. Yunus Müftü AÇS/AP Merk.	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Gonca AKBULUT RAPORTÖR	Fizyoloji A.D	G.Ü.T.F	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Bülent BOYACI ÜYE	Kardiyoloji A.D	G.Ü.T.F	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Sefer AYCAN ÜYE	Halk Sağlığı A.D	G.Ü.T.F	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	

Prof.Dr.Mehmet Akif ÖZTÜRK ÜYE	İç Hastalıkları A.D	G.Ü.T.F	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Elvan İŞERİ ÜYE	Çocuk Psikiyatrisi A.D	G.Ü.T.F	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Arzu BAKIRTAŞ ÜYE	Çocuk Sağlığı ve Hast.A.D	G.Ü.T.F	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Nilüfer TURAN DURAL ÜYE	Farmakoloji A.D	G.Ü.E.F	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Hakan KAYIR ÜYE	Tıbbi Farmakoloji A.D	G.A.T.A	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Mustafa ARSLAN ÜYE	Anesteziyoloji ve Reanimasyon A.D	G.Ü.T.F	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Murat AKIN ÜYE	Genel Cerrahi A.D	G.Ü.T.F	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Sercan AKSOY ÜYE	İç Hastalıkları A.D.	H.Ü.T.F	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Av.Arzu BUZKIRAN KAYA ÜYE	Avukat	G.Ü.	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı
Emine ŞEKER ÜYE	Sivil Temsilci	-	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

* :Araştırma ile İlişki
** :Toplantıda Bulunma

Ek 2: Teşekkür

Restoratif Diş Tedavisi ve Endodonti alanında, doktora eğitimimin her aşamasında bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren ve motive eden değerli tez danışmanım Prof. Dr. S. Hülya ERTEN CAN'a,

Endodonti Anabilim Dalı başkanı Prof. Dr. Tayfun ALAÇAM ve Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı başkanı Prof. Dr. Hüma ÖMÜRLÜ'ye,

Doktora hayatım boyunca ilgi ve desteklerini esirgemeyen, bilgilerini paylaştan Diş Hastalıkları ve Tedavisi ile Endodonti Anabilim dallarının tüm öğretim üyelerine,

Tezimin istatistik aşamalarındaki desteklerinden dolayı Prof. Dr. Yüksel BEK ve Dr. Z. Gonca BEK KÜRKLÜ'YE,

Stajyerlik ve doktora hayatım süresince bana hem öğretmenlik hem arkadaşlık yapan, öz ablamla eşdeğer gördüğüm Öğr. Gör. Dr. Şebnem EROL'a,

Yrd. Doç. Dr. Cem Burak AKIN, Yrd. Doç. Dr. Baran Can SAĞLAM, Yrd. Doç. Dr. Burak SADIK, Dr. M. Serkan AKTUNA, Dr. Özer YAVAŞ, Dt. Hanife KAMAK, İrem ÇELİK ve tüm Diş Hastalıkları ve Tedavisi ile Endodonti Anabilim Dalları asistanlarına ve personeline,

Tüm hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme,

Sevgisi ve sabrıyla hayatın tüm zorluklarını aşmama yardımcı olan eşim Pelin YILMAZ MANGAL ve sevimli dostumuz Maya'ya,

Sonsuz saygı ve sevgilerimi sunuyorum...

Dt. Tandoğan MANGAL

11. ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER:

Ad : Tandoğan
Soyad : MANGAL
Uyruğu : T.C.
Doğum Tarihi : 14.02.1984
Doğum Yeri : Zonguldak

EĞİTİM DURUMU:

- 2008 yılında başlamış olduğum doktora eğitimime T.C. Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda doktora öğrencisi olarak devam etmekteyim.
- 2002-2007 T.C. Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
- 1995-2002 Atatürk Anadolu Lisesi – Zonguldak
- 1990-1995 Yaya İlkokulu – Zonguldak

YABANCI DİL: İngilizce

BİLİMSEL ETKİNLİKLER:

14. Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalları Toplantısı ve Bilgi Şöleni
15-18 Ekim 2009 Ankara
15. Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalları Toplantısı 25-27 Ekim 2010
Trabzon
15. Ege Bölgesi Diş Hekimleri Odaları Uluslararası Bilimsel Kongre ve Sergisi 29 Nisan-1 Mayıs 2011 Muğla

BİLİMSEL ÇALIŞMALAR:

Evaluation of caries risk in a young adult population using a computer based risk assessment model (Cariogram)

Ilkay Peker, Tandogan Mangal, Hulya Erten, Gulcin Alp, Emre Avci, Gulcin Akca

Journal of Dental Sciences 2012 Volume 7, Issue 2 , Pages 99-104