

T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**REZİN İNFİLTRASYON TEKNİĞİNİN AĞARTMA İŞLEMİ UYGULANMIŞ  
BAŞLANGIÇ ÇÜRÜK LEZYONLARI ÜZERİNE ETKİSİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dt. Sıdika Aynur HORUZTEPE**

**Tedavi Programı  
DOKTORA TEZİ**

**ANKARA  
2014**

T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**REZİN İNFİLTRASYON TEKNİĞİNİN AĞARTMA İŞLEMİ UYGULANMIŞ  
BAŞLANGIÇ ÇÜRÜK LEZYONLARI ÜZERİNE ETKİSİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dt. Sıdıka Aynur HORUZTEPE**

**Tedavi Programı  
DOKTORA TEZİ**


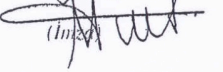
**TEZ DANIŞMANI  
Prof. Dr. N. Meserret BAŞEREN**

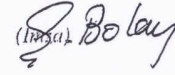
**ANKARA  
2014**

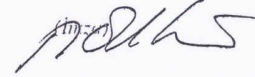
Anabilim Dalı : Diş Hastalıkları ve Tedavisi  
 Program :Tedavi  
 Tez Başlığı :**Rezin infiltrasyon tekniğinin ağartma işlemi uygulanmış başlangıç çürük lezyonları üzerine etkisinin değerlendirilmesi.**  
 Öğrenci Adı-Soyadı :Sıdika Aynur HORUZTEPE  
 Savunma Sınavı Tarihi :11.07.2014

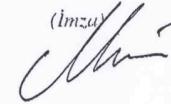
Bu çalışma jürimiz tarafından ~~yüksek lisans~~/doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Sevil GÜRGAN  
 Hacettepe Üniversitesi Diş Hek. Fak.  
 Tez danışmanı: Prof. Dr. N. Meserret BAŞEREN  
 Hacettepe Üniversitesi Diş Hek. Fak.  
 Üye: Prof. Dr. Şükran BOLAY  
 Hacettepe Üniversitesi Diş Hek. Fak.  
 Üye: Prof. Dr. Nuray ATTAR  
 Hacettepe Üniversitesi Diş Hek. Fak.  
 Üye: Prof. Dr. Mine Betül UÇTAŞLI  
 Gazi Üniversitesi Diş Hek. Fak.

(İmza)  
  
 (İmza)  


(İmza)  


(İmza)  


(İmza)  


#### ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.



(İmza)

Prof.Dr. Ersin FADILLIOĞLU

Müdür *y.*

## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince, bana destek olan, çalışmalarımnda bana yardımcı olmak için hiçbir zaman emeğini esirgemeyen, bana sabır ve özveriyle yol gösteren çok değerli tez danışmanım, Prof. Dr. Meserret Başeren'e,

Doktora eğitimime ilk adım attığımda gülyüzüyle karşılaştığım ve beraber çalıştığımız süre boyunca hiçbir zaman desteğini benden esirgemeyen çok değerli hocam Prof. Dr. Alev Önen'e,

Tezimi planlamamda ve gerçekleştirmemde değerli fikirlerinden yararlandığım, çalışmalarımı gerçekleştirebilmem için her türlü bilgi ve yardımlarını benimle paylaşan, iyi bir akademisyen olma yolunda bana ışık tutan hocalarım Prof. Dr. Sevil Gürgan'a, Prof. Dr. Rüya Yazıcı'ya ve Doç. Dr. Esra Ergin'e,

Hacettepe Üniversitesi'ndeki tüm eğitim hayatım boyunca bilgilerinden ve katkılarından her zaman yararlandığım değerli hocalarım Prof. Dr. Saadet Gökalp, Prof. Dr. Berrin Dayangaç, Prof. Dr. Şükran Bolay, Prof. Dr. Gül Özgünaltay, Prof. Dr. Jale Görücü, Prof. Dr. Arlin Kiremitçi, Prof. Dr. Nuray Attar, Prof. Dr. Filiz Yalçın Çakır ve Yard. Doç. Dr. Elif Öztürk'e,

Tez çalışmam boyunca benden yardımlarını esirgemeyen Jeoloji Mühendisi Yard. Doç. Dr. Evren Çubukçu ve Eczacı Yard. Doç. Dr. Mustafa Çelebier'e,

Hayatta sevincin de üzüntünün de paylaşılabilir olduğunu bana gösteren, her zaman yanımda olan dostum Ceyda Kanlı Dursun'a,

Bir aile sıcaklığıyla hep yanımda olarak, her konuda destek ve moral veren birlikte çalışmaktan büyük zevk duyduğum çok sevgili araştırma görevlisi arkadaşlarım Zeynep Kütük, Dilşad Öz, Cansu Gülcan, Tuğçe Güney, Berçem Kalender, Burcu Bektaş'a, idari personelimize ve hemşire ablalarımıza,

Yaşama sebebim, sevincim, huzurum ve başarımın mimarları olan, emeklerinin ve fedakarlıklarının karşılığını asla ödeyemeyeceğim, sahip olduğum herşey için ömrüm boyunca şükredeceğim kanatsız meleklerim babam Mehmet Yalçın Horuztepe, annem Halime Horuztepe'ye, hayata karşı dimdik durarak bana cesareti, dayanışmayı öğreten abim Salih Harun Horuztepe ve sevgili eşi Belma Horuztepe'ye ve minicik bedeniyle en karanlık günlerimizin güneşi olan canım yeğenim Çağan Ayaz Horuztepe'ye,

Tüm kalbimle sonsuz teşekkür ediyorum.

## ÖZET

**Horuztepe S.A. Resin infiltrasyon tekniğinin ağartma işlemi uygulanmış başlangıç çürük lezyonları üzerine etkisinin değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tedavi Programı Doktora Tezi, Ankara, 2014.** Bu *in vitro* çalışmanın amacı, ağartma işlemi uygulanmış beyaz nokta lezyonlarının mikrosertliği ve renk değişimi üzerine resin infiltrasyon uygulamasının etkisinin ve resinin penetrasyonunun değerlendirilmesidir. Çalışmada 70 adet çekilmiş sığır kesici dişleri kullanılmış ve her bir dişten elde edilen iki adet mine örneği akrilik kalıplara gömülmüştür (n=135). Örneklerin başlangıç renkleri ve yüzey sertliklerinin belirlenmesi için sırasıyla, CIE L\*a\*b\* sistemi ve Vita Klasik renk skalasının elde edildiği spektrofotometre ve mikrosertlik test cihazı kullanıldı. Örneklerde yapay beyaz nokta lezyonları oluşturulduktan sonra, renk ve mikrosertlik ölçümleri tekrarlandı. Ardından, örnekler rastgele üç gruba bölündü (n=45): Grup I- Resin infiltrasyon; Grup II-Ağartma; Grup III: Ağartma/Resin infiltrasyon. Diğerlerinden farklı olarak Grup III'deki örnekler; ağartma uygulaması sonrasında 2 hafta süreyle pH siklusuna tabi tutulduktan sonra, resin infiltrasyon uygulaması yapılarak, tekrar 2 hafta süreyle pH siklusuna tabi tutuldu. Uygulamalar sonrası tüm örnekler 4 hafta boyunca pH siklusuna tabi tutuldu. Renk ve mikrosertlik ölçümleri 4 hafta sonunda tekrarlandı. Renk değişimi ( $\Delta E$ ) ve yüzey mikrosertlik iyileşme oranı (SMHR) hesaplandı. Resin infiltrantın penetrasyonu tarama elektron mikroskopu ile değerlendirildi. Veriler ANOVA and Tukey testi (5%) ile istatistiksel olarak değerlendirildi. Grup I ve Grup III arasında SMHR değerleri anlamlı bir farklılık göstermezken ( $p=1.00$ ), ağartma uygulanmış grup en düşük yüzey mikrosertlik iyileşme değeri gösterdi ( $p<0.05$ ). Grup I ve II'de renk değişim değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ( $p=0.525$ ). En yüksek renk değişim değeri Grup III'de belirlendi. Resin infiltrasyon öncesi ağartma uygulaması demineralize olmuş minede anlamlı derecede renk değişimine neden oldu. Resin infiltrasyon ile demineralize lezyonların mikrosertliğinin arttığı sonucuna varıldı. Ayrıca, resin infiltrasyon öncesi ağartma uygulaması mikrosertlik değerinde anlamlı bir değişime neden olmadı. SEM görüntüleri değerlendirildiğinde, Grup I'de resinin penetrasyon derinliğinin anlamlı derecede daha fazla olduğu görüldü. Bu çalışmanın sonucunda, örneklere resin infiltrasyon öncesi ağartma işlemi uygulandığında önemli derecede renk değişimine neden oldu. Grup I ve III'de resin infiltrant demineralize mine örneklerinin mikrosertliğini arttırdı. Resin infiltrasyon öncesi ağartma işlemi uygulandığında resinin penetrasyon derinliği negatif yönde etkilendi. Anahtar Kelimeler: Ağartma, beyaz nokta lezyonu, mikrosertlik, renk, resin infiltrasyon.

Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: 012.D06.201.003)

## ABSTRACT

**Horuztepe S.A. The evaluation of resin infiltration effects on bleached initial caries lesions. Hacettepe University Health Sciences Institute PhD Thesis in Restorative Dentistry, Ankara, 2014.** The aim of this *in vitro* study was to investigate the effect of resin infiltration on color and microhardness of white spot lesions treated with bleaching and to analysis of the penetration of the infiltrant. Enamel specimens were prepared from extracted bovine incisors (n=135). Initial color and surface hardness were measured with spectrophotometer using the CIE L\*a\*b\* system, Vita Classical shade guide and a hardness device, respectively. After producing artificial white spot lesions, color and hardness values were remeasured. Then specimens were randomly divided into three groups (n=45per group): Group I-resin infiltrated; Group II- bleached; Group III-bleached/resin infiltrated. Resin infiltration was performed after the bleached samples submitted to a pH-cycling regime for two weeks in group III and the specimens resubjected to a pH cycling regime for two weeks. After subjecting all specimens to pH cyclus, assessment of color and microhardness were repeated after 4 weeks of treatments. Color alterations ( $\Delta E$ ) and the percentage of surface microhardness recovery (SMHR) were calculated. The penetration of infiltrant was evaluated with scanning electron microscope. Data were submitted to one-way ANOVA and Tukey test (5%). There were no significant differences between Group I and III in SMHR values ( $p=1.00$ ). Bleached samples showed the lowest SMH recovery ( $p < 0.05$ ). In terms of color, no statistically significant differences were found in  $\Delta E^*$  values between group I and II ( $p=0.525$ ). Color alterations ( $\Delta E^*$ ) were observed in all groups with the highest of group III. The bleaching treatment prior resin infiltration, produced significant color alteration in demineralized enamel. It was concluded that the microhardness of carious lesions increased with the infiltration of resin. Furthermore, the bleaching treatment prior resin infiltration, produced no significant alteration on microhardness. The penetration of resin infiltrant was significantly deeper in Group I. Within the limitations of this study, it can be concluded that the bleaching treatment before the resin infiltration produced significant color alteration in tested specimens. Resin infiltration was shown to significantly increase micro-hardness of demineralized enamel in Group I and III. The bleaching treatment infliuenced the penetration of the infiltrants negatively.

Key Words: Color, tooth bleaching, microhardness, resin infiltration, white spot lesion.

Supported by Hacettepe University Department of Scientific Research (Project Number: 012.D06.201.003)

## İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	III
TEŞEKKÜR	III
ÖZET	V
ABSTRACT	VI
İÇİNDEKİLER	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR	X
ŞEKİLLER	XIII
TABLolar	XV
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Mine Dokusu, Yapısı ve Özellikleri	4
2.2. Diş Çürüğü	5
2.2.1. Diş Çürüğünün Patogenezi	6
2.2.2. Kritik pH	6
2.2.3. Demineralizasyon	8
2.2.4. Remineralizasyon	9
2.3. Başlangıç Aşamasındaki Mine Çürüğü – Beyaz Nokta Lezyonu	10
2.3.1. Beyaz Nokta Lezyonunun Makroskopik Özellikleri	10
2.3.2. Beyaz Nokta Lezyonunun Mikroskopik Özellikleri	11
2.4. Başlangıç Aşamasındaki Mine Çürüğünün Teşhis Yöntemleri	13
2.4.1. Görsel Muayene	16
2.4.2. Lazer Floresans	17
QLF (Ölçülebilir-Görünür Işık Floresans)	18
2.4.3. ECM (Elektronik Çürük Monitörü)	19
2.4.4. FOTI-DIFOTI (Fiber Optik Transiluminasyon - Dijital Fiber Optik Transiluminasyon)	19
2.4.5. Ultrasonografi	20

2.5. Başlangıç Çürük Lezyonlarının Tedavisi	21
2.5.1. Başlangıç Çürük Lezyonlarının Remineralizasyonu	21
2.5.2. Diyetin Düzenlenmesi	21
2.5.3. Ağız Hijyenini Geliştirme Programları	22
2.5.4. Klorheksidin Glukonat Uygulamaları	23
2.5.5. Florür Uygulamaları	23
2.5.6. Kazein Fosfopeptit-Amorf Kalsiyum Fosfat (CPP-ACP) Uygulamaları	25
2.5.7. Lazer Uygulamaları	27
2.5.8. Ağartma	27
2.5.9. Rezin İnfiltrasyon Tekniği	30
2.6. Renk ve Renk Ölçüm Yöntemleri	36
2.7. Yüzey Sertliği ve Sertlik Ölçüm Yöntemleri	41
2.8. Rezin İnfiltrantın Penetrasyonunun Değerlendirilme Yöntemleri	43
2.8.1. Tarama Elektron Mikroskopu (SEM)	44
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER	46
3.1. Dişlerin Seçilmesi Ve Örneklerin Hazırlanması	47
3.2. Renk Ölçümleri	49
3.3. Mikrosertlik Ölçümleri	51
3.4. Demineralizasyon Protokolü (Yapay Yüzeyaltı Çürük Lezyonu Oluşturma)	52
3.5. Grup I. Rezin İnfiltrasyon Uygulanması	54
3.6. Grup II. Ağartma İşlemi Uygulanması	55
3.7. Grup III. Ağartma İşlemi Sonrası Rezin İnfiltrasyon Uygulanması	56
3.8. Mine Örneklerine Ağız Ortamını Taklit Eden pH Döngüsünün Uygulanması	56
3.9. Mine örneklerinde SEM analizleri	58
3.10. İstatistiksel Değerlendirme	61
4. BULGULAR	62
4.1. Yüzey Mikrosertlik Testi Bulguları	62
4.2. Renk Değişimi Bulguları	64
4.2.1. Vita Klasik Renk Değeri Bulguları	64
4.2.2. CIE L*a*b* Renk Değeri Bulguları	66



4.3. Tarama Elektron Mikroskobu (SEM) Bulguları	73
5. TARTIŞMA	79
6. SONUÇLAR	95
KAYNAKLAR	96
ÖZGEÇMİŞ	123

## SİMGELER VE KISALTMALAR

A <sup>0</sup>	Angstrom
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Aliminyum oksit
APF	Asidüle fosfat florür
BHN	Brinell Hardness Number (Brinel Sertlik Değeri)
BSE	Back-scattered electrons (Geri Yansıyan Elektron Görüntü)
°C	Santigrat derece
Ca	Kalsiyum
CaCl <sub>2</sub>	Kalsiyum Klorür
CaF	Kalsiyum Florür
CH <sub>3</sub> COOH	Asetik asit
CIE	Commission Internationale de l'Eclairage
CL	Katodoluminesans
CLSM	Confocal Laser Scanning Microscopy (Konfokal Lazer Tarama Mikroskobu)
cm	Santimetre
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
CO <sub>3</sub>	Karbonat
CPI	Community periodontal index
CPP-ACP	Kazein Fosfopeptit-Amorf Kalsiyum Fosfat
DIFOTI	Dijital Fiber Optik Transiluminasyon
dk	Dakika
DNA	Deoksiribonükleik asit
ECM	Elektronik Caries Monitor (Elektronik Çürük Monitörü)
EDS	Enerji Dispersive X-ray Spectrometry (Enerji Yayımlı X Işını Spektroskopisi)
F	Flor
F(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Ag	Gümüş Diamin Florür
FOTI	Fiber Optik Transiluminasyon

gr	Gram
H	Hidrojen
HAP	Hidroksiapatit
HEPES	2-[4-(2 -Hidroksietil)-1-piperazinil]-etansülfonik (Tampon madde)
HP	Hidrojen Peroksit
I	iyot
ICDAS	International Caries Detection & Assessment System- Uluslararası çürük tespit ve değerlendirme sistemi)
K	Potasyum
KCl	Potasyum Klorit
KHN	Knoop Sertlik Değeri (Knoop Hardness Number)
kg	Kilogram
KOH	Potasyum Hidroksit
KP	Karbamit Peroksit
mg	Miligram
$\mu\text{g}$	Mikrogram
MHDP	Metilhidroksidifosfonat
ml	Mililitre
Mn	Mangan
mm	Milimetre
$\text{mm}^2$	Milimetrekare
mmol/l	Milimol/litre
mM	Milimolar
$\mu\text{M}$	Mikromolar
M	Molar
$\mu$	Mikron
$\mu\text{m}$	Mikrometre
mW	Miliwatt
Na	Sodyum
NaF	Sodyum Florür

NaHCO <sub>3</sub>	Sodyumbikarbonat
NaN <sub>3</sub>	Sodyum Azit
NaOH	Sodyumhidroksit
NBS	National Bureau of Standards
OH <sup>-</sup>	Hidroksil
OTC	Over the Counter (reçetesiz)
P	Fosfor
pH	Power of Hydrogen (Hidrojenin gücü)
ppm	Parts Per Million (Milyonda bir)
PO <sub>4</sub>	Fosfat
QLF	Quantitative Light Induced Fluorescence (Kantitatif Işık Etkili Floresans)
SD	Standart Deviation (Standart sapma)
SE	İkincil Elektron (Second Electron)
SEM	Scanning Electron Microscope (Tarama Elektron Mikroskobu)
SiC	Silikon Karbit
sn	Saniye
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TEM	Transmission Electron Microscope (Geçirimli Elektron Mikroskobu)
TiF <sub>4</sub>	Titanyum tetra-florür
VHN	Vickers Hardness Number (Vickers Sertlik Numarası)
%	Yüzde
α	Alfa

## ŞEKİLLER

2.3.1. Beyaz nokta lezyonunun polarize ışık mikroskopu görüntüsü	13
2.4.1. ICDAS sisteminde, mine-dentin lezyonlarının radyografik görüntülerine göre sınıflandırılması	15
2.6.1. Vita klasik renk ölçeği	37
2.6.2. O'Brien'ın klinik olarak renk eşleşmesi	39
2.6.3. NBS kriterleri	39
2.7.1. Knoop ve Vickers' uçları	43
3.1.1. Mine örneklerinin hazırlanması ve akril kalıba gömülmesi	48
3.1.2. Çalışma özeti	49
3.2.1. Mine örneklerinin renk ölçümleri	50
3.2.2. Örneklerin deneysel uygulamalar sonrası renk değişim değerlerinin hesaplanması	51
3.3.1. Mine yüzeylerinin mikrosertlik ölçümleri	52
3.4.1. Mine örneklerinin demineralizasyonu	53
3.5.1. Rezin infiltrasyon uygulama basamakları	55
3.6.1. Ağartma işlemi uygulanması	56
3.9. 1. Ultrasonik cihaz	59
3.9.2. Örnek yüzeylerinin altın ile kaplanması	60
3.9.3. SEM cihazı	60
4.1.1. Deneysel uygulamalar sonrası grupların yüzey mikrosertlik değerlerinin değişimini gösteren grafik	63
4.1.2. Deneysel uygulamalar sonrası grupların yüzey mikrosertlik iyileşme	64
4.2.1. Deneysel uygulamalar sonrası Vita Klasik renk değişimini gösteren grafik	65
4.2.2. Deneysel uygulamalar sonrası L* değerlerinin değişimini gösteren grafik	67

4.2.3. Deneysel uygulamalar sonrası a* değerlerinin değişimini gösteren grafik	68
4.2.4. Deneysel uygulamalar sonrası b* değerlerinin değişimini gösteren grafik	69
4.2.5. Başlangıç ve demineralizasyon sonrası renk değişim değerlerini gösteren grafik	71
4.2.6. Başlangıç ve deneysel uygulamalar sonrası renk değişim değerlerini gösteren grafik	71
4.2.7. Demineralizasyon ve deneysel uygulamalar sonrası renk değişim değerlerini gösteren grafik	72
4.3.1. Sağlam mine, A: X1000, B: 5000 SEM görüntüleri	73
4.3.2. Demineralize mine, A: X1000, B: X5000 SEM görüntüleri	74
4.3.3. Ağartma uygulanmış demineralize mine, A: X1000, B: 5000 SEM görüntüleri	75
4.3.4. Demineralize mineye HCL asit uygulaması sonrası oluşan erozyon alanı (A) ve bu alanlara penetre olmuş rezin infiltrantın (B) SEM görüntüleri	76
4.3.5. Rezin infiltrant uygulanmış (A) ve ağartma sonrası rezin infiltrant uygulanmış (B) demineralize mine; X500 SEM görüntüleri	77
4.3.6. Rezin infiltrant uygulanmış (A) ve ağartma sonrası rezin infiltrant uygulanmış (B) demineralize mine; X5000 SEM görüntüleri	78

## TABLOLAR

3.1.1. Araştırmada kullanılan materyaller	46
3.4.1. Demineralizasyon solüsyonunun içeriği	53
3.8. 1. Remineralizasyon solüsyonunun içeriği	57
3.8.2. Çalışmada uygulanan pH döngüsü	58
4.1.1. Mine yüzey mikrosertlik ve mikrosertlik iyileşme değerleri (VHN)	62
4.2.1. Vita klasik renk ölçeği değerleri	64
4.2.2. CIE L*a*b* renk değerleri	66
4.2.3. Deneysel uygulamalar sonrası oluşan renk değişim değerleri	70

## 1. GİRİŞ

Diş çürüğü, insanoğlunu tarih öncesi çağlardan beri etkileyen, günümüzde ise görülme sıklığı önemli derecede artmış olan, dünyanın en yaygın kronik hastalıklarından birisidir. Diş çürüğündeki bu artış, tüketilen gıdaların rafine hale gelmesi ve beslenme değişikliklerinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, diş hekimliğinde antimikrobiyal ajanların kullanımı, pit ve fissür örtücüler ve diğer olmayan restoratif uygulamalar gibi çürük önleyici işlemlere ilgi artmıştır (1).

Günümüz teknolojisindeki gelişmelerin; hastalıkların erken dönemde teşhis edilmesine imkan vermesi, diş sert dokularının en sık görülen hastalığı olan diş çürüğünün tedavi planlamasında önemli değişikliklere neden olmuş ve girişimsel olmayan koruyucu uygulamaları ön plana çıkarmıştır. Çürük riski yüksek bireylerde, öncelikle enfeksiyonun durdurulması ve henüz kavite oluşmamış, demineralizasyona uğramış mine dokusunun remineralizasyonu ve daha fazla doku kaybına neden olmadan restorasyonu önem kazanmıştır (2).

Başlangıç mine demineralizasyonları; mineral kaybı ile oluşan optik yarılsamanın bir sonucu olarak "beyaz nokta lezyonu" şeklinde ifade edilirler (3). Bu nedenle, opak beyaz görünümlü başlangıç çürük lezyonlarını, bireylerin estetik görünümünde kaygıya neden olabilecek mine defektleri olarak tanımlamak mümkündür (3).

Günümüzde, dişhekimliği uygulamalarında fonksiyon ve fonasyonun yanı sıra, doğal diş estetiğinin hastaya yeniden kazandırılması da ön plana çıkmaktadır (4). Çünkü, günümüz çağdaş insanı, dişlerin estetik görünümdeki öneminin farkındadır. Gelişmiş toplumlarda estetiğin neredeyse fonksiyonun önüne geçtiğini bile söylemek mümkündür. Buna bağlı olarak; kişiler düzgün dizilmiş, beyaz, doğal görünümlü dişlere sahip olmak için diş hekimlerine sıklıkla başvurumaktadırlar. Estetik görüntüyü bozan, rengi değişmiş dişler kişinin sosyal ve psikolojik yaşamını olumsuz yönde etkilemektedir (5). Ön dişlerdeki yaygın çürükler, diastema ve çapraşıklıklar, hipoplaziler, florozis gibi anomaliler, renklenmiş, aşınmış ve kırılmış dişler hastalarda estetik problemler yaratmaktadır (4). Bu estetik sorunları giderme



sırasında diş ve dişeti sağlığını korumak, diş hekiminin temel kaygısı olmuştur. Bu nedenle, estetik açıdan sorunlu dişlerde tedavi planlaması yapılırken, en az doku kaybı ile en iyi klinik başarı sağlayacak; koruyucu ve restoratif yöntemlere sıklıkla başvurulmaktadır (6).

Hastaların diş hekimine başvurmalarının başlıca nedenlerinden biri, ön dişlerindeki renklenmelerdir. İdeal diş rengine sahip hastalar bile diş hekimlerinden ağartma işlemini talep etmektedirler (5).

Diş renklenmeleri, dış ve iç kaynaklı renklenmeler olarak iki ana başlık altında incelenirler. İç kaynaklı renklenmeler, mine ve dentin defektleri sonucu oluşur. Beyaz nokta lezyonları da bu gruba dahil edilebilir ve gelişimsel, kazanılmış veya her ikisinin kombinasyonu şeklinde görülebilirler. Gelişimsel lezyonlar, diş gelişiminin matriks formasyonu veya kalsifikasyon safhalarında oluşan sapmalardan kaynaklanır. Kazanılmış beyaz nokta lezyonları, dişin sürmesinden sonra oluşur. Bu tip lezyonların oluşum sebeplerinden biri de; kötü ağız hijyeni nedeniyle dişlerin servikal üçlüsünde ve ortodontik braketlerin çevresinde plak birikimidir. Beyaz nokta lezyonları, çevresindeki sağlıklı mine dokusundan daha açık renkte, düzensiz bölgeler şeklinde görülürlerken; dış kaynaklı renklenmelerden etkilendiklerinde daha koyu renkte de görülebilirler (7). Bu lezyonların tedavisi ve görünümünün azaltılması için genellikle, ağız hijyeninin iyileştirilmesi, diyetin düzenlenmesi, klorheksidin glukonat, florür içeren diş macunu, jel ve solüsyon kullanımı, kazein fosfopeptit içeren ürünlerin kullanımı, lazer uygulamaları, düşük viskoziteli rezinlerin kullanımından faydalanılmaktadır (8). Ayrıca, diş ağartma uygulamaları ile de çevredeki sağlam minenin renginin açılmasıyla beyaz opak görünümün maskelenmesi hedeflenmektedir (9).

Diş ağartma işlemi, dental arkta uygun pozisyonda, doğru anatomide, herhangi bir dental ya da periodontal patolojisi olmayan dişlerdeki renklenmelerin ağartılarak, daha açık bir renge dönüşmesini sağlayan, girişimsel olmayan, konservatif bir tedavi yöntemidir. Tedavinin başarısı büyük oranda, renklenmenin etyolojisi ve süresi gibi faktörlere bağlıdır (10).

Başlangıç mine lezyonlarının tedavisinde güncel mikroinvaziv bir yaklaşım da rezin infiltrasyon tekniğidir. Resin infiltrasyon tekniğinde amaç; hipermineralize tabakanın kuvvetli bir asit uygulanarak porözitesinin arttırılmasıyla, yüzey gerilimi yüksek, viskozitesi düşük bir rezinin (infiltrant), kapiller aktivite yardımıyla, por hacmi daha yüksek olan mine çürüğünün alt tabakalarına kadar penetre olmasını sağlamaktır (11). Bu güncel yaklaşımın, mikroporöziteyi azaltmanın yanında, demineralize dokuyu mekanik olarak destekleyip, aynı zamanda çürük oluşturma potansiyeline sahip mikroorganizmaları lezyonun iç kısımlarına hapsederek, besin desteğinden mahrum bıraktığı öne sürülmüştür (11,12). Resin infiltrasyon tekniği oldukça yeni bir yöntem olduğundan, henüz bu konu ile ilgili yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır (11,13,14). Yapılan çalışmalar göz önüne alındığında, resin infiltrasyon tekniğinin; güncel, koruyucu ve restoratif yaklaşımlar arasında; erken çürük lezyonlarının mikroinvaziv yöntemlerle tedavisi ve diş dokusunun korunmasında son derece umut verici bir yöntem olduğu görülmektedir (11).

İn-vitro olarak planlanan bu tez çalışmasının amacı, yapay olarak başlangıç çürüğü oluşturulmuş erişkin sığır ön dişlerinin minelerinde; ağartma işleminden sonra, geriye kalan görünür alanların yeni bir yöntem olan resin infiltrasyon uygulamasıyla maskelenmesinin ardından, mine örneklerinde görülen renk ve mikrosertlik değişimlerinin ve resin infiltrantın penetrasyon derinliğinin laboratuvar koşullarında değerlendirilmesidir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Mine Dokusu, Yapısı ve Özellikleri

Vücutun en sert dokusu olma özelliğini taşıyan mine; dentin ve pulpa gibi canlı diş dokularının korunmasını sağlar. Ektoderm kaynaklı ameloblast hücreleri tarafından oluşturulan; diş dokusunun en dış tabakasıdır (1,15). Mine beyaz, translusent rengi ve anatomik şekli sayesinde diş estetiğinde önem taşımaktadır (15-17).

Mine, dişin anatomik kuronunu örter ve dişin farklı alanlarında farklı kalınlığa sahiptir. Dişin çığneyici ve kesici yüzeylerinde daha kalın mine dokusu görülürken (kesici dişlerde 2mm, premolar dişlerde 2.3-2.5 mm, molar dişlerde 2.5-3 mm), mine-sement birleşimine doğru incilir ve bıçak sırtı görünümü alarak sonlanır (1,18).

Mine dokusunun sertliği, dişin dış yüzeyindeki konumuna göre değişebilir ve insizal üçlüden mine-dentin birleşimine doğru gittikçe sertlik azalır (1).

Mine dokusu, içerdiği yüksek miktarda mineral tuzları ve kristal yapısı sayesinde, yüksek elastisite modülü ve düşük gerilme dayanıklılığına sahiptir. Bu özellikler, dişin çiğneme kuvvetlerini karşılayabilmesini sağlar, ancak aynı zamanda minenin kırılabilirliğini de arttırmaktadır (1,15). İçerisindeki mikrokristal yapının düzenine bağlı olarak mine-dentin sınırında 250 KHN (Knoop Hardness Number - Knoop Sertlik Değeri) ve mine üst yüzeyinde 390 KHN gibi yüksek sertlik değerlerine sahiptir (15,16).

Kristalize mineral yapıdan meydana gelmiş olan mine dokusunun sağlamlığı; okluzal kuvvetlere, asitlerin oluşturduğu demineralizasyona, diş çürüğüne karşı gösterdiği dirence ve belirli sınırlarda kalabilmiş demineralize alanların tekrar iyileşebilmesi anlamına gelen remineralizasyon kabiliyetine bağlıdır (17).

Minenin bir başka özelliği, yarı geçirgen bir membran görevi görmesidir. Bazı moleküllerin geçişine izin vermezken, kalsiyum (Ca) ve iyot (I) gibi elementlerin geçişine izin verir (1).

Mine yarı translusent bir yapıya sahiptir. Bu nedenle minenin rengini; kalınlığı, içerisindeki renklenme miktarı ve altındaki dentinin rengi belirler. Saydamlık miktarı ise, minenin kalsifikasyon derecesi ve homojenitesindeki değişimlerle ilişkilidir (1).

Mine dokusu, kimyasal olarak % 96 oranında inorganik, % 2 oranında organik madde ve % 2 oranında su içerir.

İnorganik içeriği hekzagonal apatit yapıdadır. Kalsiyum hidroksiapatit (HAP) kristallerinden oluşur ve HAP;  $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$  şeklinde formüle edilir. Ortokalsiyumfosfatın su ile reaksiyona girmesi ile HAP oluşur. Sodyum (*Na*) , karbondioksit ( $CO_2$ ) ve flor (*F*) iyonları katalizör olarak bu reaksiyona katılırlar. Minede bunların dışında; %3 oranında karbonatlar ( $CO_3$ ), % 1 oranında Na ve Magnezyum (*Mg*), çok az miktarda ise F, demir(*Fe*) ve mangan(*Mn*) tuzları bulunmaktadır (1,10,19).

Minenin organik yapısını ise büyük protein kompleksleri, statherin, serbest aminoasitler ve lipitler oluşturur. Geriye kalan % 2'lik kısım ise sudur. Organik içerik; hacimce % 6, ağırlıkça % 1-2 kadardır (1).

İnsan minesini; birbirine kenetlenmiş, çapraz kesitlerde yuvarlak bir gövde kısmı ile bir kuyruk kısmından oluşan mine prizmalarından meydana gelir. Genelde her bir prizmanın gövde kısmı okluzal ve insizalde konumlanırken; kuyruk kısmı servikal yöne uzanır. Mine prizmalarına dayanıklılık ve yapısal bir kimlik sağlayan bileşenler ise apatit kristalleridir (1). Hidroksiapatit kristallerinin çapları ortalama 50 nm olup, uzunluğu genelde 100 nm'den fazladır (20) . Her bir kristal, organik matriks ya da prizma kını ile çevrilidir (1).

## 2.2. Diş Çürüğü

Diş çürüğü; asidojenik bakterilerin diyetdeki karbonhidratları fermentasyonu sonucu oluşturdukları asidik ürünler tarafından, kalsifiye diş sert dokularının lokalize çözünmesi ve yıkımıyla sonuçlanan, enfeksiyöz, mikrobiyolojik bir hastalıktır (1,20). Diş çürüğü mine ve dentin ilişkili, moleküler seviyede yüzeyaltı değişikliklerle, diş

yapısının yıkımına neden olan, şiddeti artarak devam eden, ya sağlam bir yüzey ya da kavitasyonla görülen bir süreçtir (21,22). Diş plağı içerisindeki mikrobiyolojik değişimlerle başlayan ve karbonhidratların tüketimi, tükürük akış hızı ve içeriği ve koruyucu uygulamalardan etkilenen multifaktöriyel bir hastalıktır. Diş çürükleri çoğu insanda yavaş ilerleyen kronik bir hastalık olduğu için; yeterli miktarda plağın kaldırılması şartıyla, minede kavitasyon oluşsa bile; hastalık, başlangıçta herhangi bir aşamada geri döndürülebilir veya durdurulabilir (23).

### 2.2.1. Diş Çürüğünün Patogenezi

Diş çürüğü, asit üreten bakteriler, bakterilerin yerleşebileceği diş ve ağız içindeki yumuşak dokular ve tükürük gibi konak faktörlerinin zaman içindeki etkileşimlerinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Ağız içi mikrobiyal plak ve diş mineralleri arasındaki fizyolojik dengede bozulma sonucu diş çürüğü oluşur (24,25). Bakteriler, hücrelerinin salgıladığı *deoksiribonükleik asit (DNA)*, protein ve polisakkaritlerin organik matriksi ile kapsül oluşturarak, mikrokoloniler halinde diş yüzeyine bağlanırlar. Bu sayede, konakçı savunmasına karşı koruma ve antimikrobiyal ajanlara karşı geliştirilmiş direnç gösterirler (25). Diş yüzeyi mikrobiyal kolonizasyonun oluşabilmesi için yeterli derecede tutuculuğa sahiptir. Bu yüzden çok sayıda bakteri ve bakteri ürünleri, sağlıklı ve demineralize diş yüzeyinde plak içerisinde birikebilir (25,26).

Plak içerisindeki endojen bakteriler (*Streptococcus mutans* ve *Streptococcus sobrinus*) tarafından gerçekleştirilen karbonhidratların fermantasyonu sonucu, zayıf organik asitler ortaya çıkar. Bu asitler, o bölgede lokal pH'nın kritik değerinin altına (*kritik pH:5,5*) düşmesine neden olarak, diş dokusunda demineralizasyonu başlatırlar (27-29).

### 2.2.2. Kritik pH

Kritik pH kavramı, mine gibi özel mineralleri olan yapılar ile temastaki çözeltiler için geçerli olan, sadece belirli bir minerale doymuş çözeltinin pH

değeridir. Çözeltinin pH değeri; kritik pH'nın üzerindeyse, çözelti minerale fazlasıyla doymuş olacak ve fazla mineral dışarı hareket edecektir. Bunun tersine, pH değeri kritik pH'nın altında ise, doymamış çözelti; doymuş çözelti haline gelene kadar, temasta olduğu yapıdan mineral çözünecektir. Normalde, minenin temasta olduğu çözeltiler olan tükürük ve plak, kritik pH'dan daha yüksek pH değerine sahip oldukları için, diş minesine göre Ca ve PO<sub>4</sub>'a aşırı doymuşlardır. Dolayısıyla dişler; plak ve tükürük içerisinde çözünmezler (30,31). Ancak, mine yapısında çözünme olabilmesi için plakta bulunan asitlerin, mineye diffüz olacak kadar yoğun konsantrasyonda olması gerekir. Bu durumda, mine yapısından Ca ve PO<sub>4</sub> iyonları çözünerek, plağa doğru hareket edecektir (31,32).

Minenin mineral yapısının çözünmesinde; plak pH' sı, tükürük pH' sından çok daha önemlidir. Plak pH' sı düştüğünde, mineden mineral çözünmesinin başlaması beklenir, fakat plak pH' sındaki her düşüşün, minede her zaman çözünmeye neden olmadığı da bilinmektedir. Minede çözünmenin gerçekleşebilmesi için plakta mevcut olan asitlerin, mineye diffüze olacak kadar yüksek konsantrasyona ulaşması beklenir (33).

Plak pH' sında, ağzın sükröz solüsyonu ile çalkalanmasından sonra ortaya çıkan değişiklikler ilk defa Stephan adlı araştırmacı tarafından tanımlanmış ve "Stephan Eğrisi" ile gösterilmiştir (34).

Gıda alımının olmadığı dinlenme anında, plak pH' sı nötral değere (nötral pH=7.0) yakındır. Karyojen mikroorganizmalar tarafından karbonhidratların fermentasyonu sırasında pH hızla düşer. Düşen pH' nın tekrar nötral değerine dönmesi 30-60 dk alır. Aktif çürük lezyonlarına sahip bireylerde plak pH' sı 4' ün altına inebilmektedir. pH'nın 7'den 4'e düşmesi hidrojen (H<sup>+</sup>) iyon konsantrasyonunda 1000 kez daha fazla artışa neden olur ve bu da asitlerin dişte doğru difüzyonunun artmasına yol açar (34,35).

Plağın asidojenik potansiyeli ve diş çürüğü arasında kuvvetli bir ilişki vardır. Çürük aktiviteleri farklı kişilerin plak pH profillerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, çürüğe yatkın bireylerin plağında bulunan bakterilerin büyük bir kısmının

ekstrasellüler polisakkaritlerin yanı sıra, intrasellüler polisakkaritleri de sentez etme yeteneğine sahip olduğu ve bunların da asit oluşumuna yol açarak, plak pH' sının sürekli olarak düşük kalmasına yol açtığı bulunmuştur (36).

Minenin çözünebilmesi için, genel olarak ortamın kritik pH'sının ortalama 5.5 olmasının gerektiği kabul edilse de; kritik pH, sabit bir değer olmayıp ortamdaki; asit tipi, F konsantrasyonu, Ca ve PO<sub>4</sub> iyonları ve dışın belirli bir bölgesindeki minerallerin çözünme özelliklerine göre kişiden kişiye değişebilmektedir. Plak pH'sının, kritik pH'nın altına düşmesi çürük oluşumunun ilk aşamasıdır. (31,35,36).

### 2.2.3. Demineralizasyon

Çürük oluşumunun sonraki aşaması; plak içerisinde karyojen mikroorganizmaların oluşturduğu asitlerin mine yüzeyine ve içerisine doğru difüzyonudur. pH kritik değerinin altına düştükçe, hidroksiapatitin çözünmesi ile birlikte minede demineralizasyon süreci başlar. Plak pH' sının düşmesine paralel olarak, plak içerisinde oluşan organik asitler, mine içerisine penetre olabilecek konsantrasyona ulaşır (36).

Diş plağı, Ca ve PO<sub>4</sub> ile doymuş halde olmasına rağmen, diyetle birlikte alınan karbonhidratların karyojenik mikroorganizmalar tarafından aktif fermantasyonu sonucu ortamdaki H<sup>+</sup> konsantrasyonu hızlı artar (100-1000 kat). H<sup>+</sup> iyonları minenin yüzey ve yüzeyaltı bölgelerindeki hidroksiapatit kristallerini çevreleyen porlardaki sıvıya doğru hızlı bir şekilde hareket eder. Bu reaksiyon sonucunda, minenin yüzeysel tabakasında mevcut olan Ca ve PO<sub>4</sub> iyonları da komşu plak tabakası içine doğru, yani konsantrasyon farkının tam tersi yönünde bir itiş gücüyle difüzyona uğrar. Bu olay mine yüzeyinde demineralizasyon sürecinin başlangıcı olarak kabul edilir (37).

Mine yapısındaki kristaller arası bölgeler, asitlerin mine içine difüzyonuna neden olarak, kristallitlerin etkilenmesine yol açan kanal rolündedirler (36). Zamanla mine kristallerinin çapları azalır, prizma kınları çözünür ve mine gittikçe daha poröz bir yapıya dönüşür (38,39). Minede kavite oluşmadan önce, başlangıç halindeki

çürük lezyonlarında yüzeysel mine tabakasında çok az bir değişim görülmesine karşın, lezyon gövdesinde %20-50 mineral kaybı mevcuttur (40). Eğer Ca, CO<sub>3</sub> ve PO<sub>4</sub>'ın dış yüzeyinden uzaklaşmaya devam etmesine izin verilirse, sonuç olarak kavite oluşacaktır (28,41).

#### 2.2.4. Remineralizasyon

Remineralizasyon kavite oluşmamış yüzeyaltı çürük lezyonlarının doğal onarım sürecidir. Demineralizasyon sonrası mineden çözünen minerallerin etkisiyle, plak ve tükürük hidroksiapatite oranla Ca ve PO<sub>4</sub>'a daha doymuş bir hale gelir ve bu mineraller yoğunluk farklılığından dolayı, difüzyon yoluyla demineralize alana hareket ederek çökelirler, böylece remineralizasyon olayı başlar (27,42,43).

Demineralizasyonun tam tersine, remineralizasyon sırasındaki pasif taşıma; H<sup>+</sup> iyon geçişi ile değil, tükürük ve plaktan Ca<sup>+2</sup> ve H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> iyonlarının konsantrasyon farkının tersi yönünde, lezyon gövdesine doğru geçişleri ile mümkün olabilmektedir (44). Öncelikle demineralizasyona uğrayan mine yüzeyinde HAP kristallerini çevreleyen porlardaki sıvılar ile dış plağı içerisindeki H<sup>+</sup> iyon konsantrasyonu eşitlenir ve sonrasında plak ve tükürükteki Ca ve PO<sub>4</sub> iyonları demineralize mineye doğru pasif taşıma ile hareket ederler (37).

Ca ve PO<sub>4</sub>, tükürükteki ve büyük oranda diğer topikal kaynaklardaki flor iyonu yardımıyla dış dokusuna nüfuz ederek, yeni kristal oluşumundan ziyade, mevcut kristal kalıntıları üzerine birikir, böylece remineralizasyon gerçekleşir (27,44). Flor iyonu; Ca ve PO<sub>4</sub>'ın dış yapısı içerisine difüzyonunu ve lezyon içerisindeki kristal yapının remineralizasyonunu sağlayan bir katalizör gibi davranır (44). Flor iyonları, HAP kristal yüzeylerine absorbe olarak, dış minerallerinden; önce Ca, sonra PO<sub>4</sub> iyonlarına bağlanarak, kristal yüzeyin üzerinde floropatit benzeri, yeniden mineralize olmuş yapılar oluştururlar. Floropatitler, orjinal HAP'den daha az çözünen ve sonrasında plakta oluşacak asidik değişimlerden daha az etkilenen yapılardır (44). Bunun nedeni; yeni oluşan kristallerin, ortamda bulunan iyonların özellikleri ile ilişkili olarak, gerçek kristal boyutundan daha küçük olması ve asit



ataklarına karşı geçirgenliklerinin azalarak, çürüğe dirençlerinin artmasıdır (45).

Diş çürüğünün ilerlemesi, durması ya da iyileşmesi demineralizasyon ve remineralizasyon arasındaki dengeye bağlıdır. Demineralizasyon ve remineralizasyon çoğu insanda gün boyunca sık sık gerçekleşen olaylardır. Zamanla bu süreç HAP yapının ya olduğu gibi kalmasına ya da tamir mekanizması ile iyileşmesine veya dişte kavite oluşumuna neden olacaktır (28).

Plak, diş yüzeyinde uzun süre kaldığında çürük lezyonu gelişir. Eğer diş yüzeyinde kavite oluşumu gerçekleşirse, düşük pH'ya uyumlu organizmaların aşamalı olarak biriktiği ekolojik bir niş\* oluşur (24). Lezyonda kavite oluşumu plağın devamlılığına neden olur ve bu yüzden hasta bu alanları temizleyemediğinden çürük oluşumu devam eder. Mine çürüğü dental plağın altında, yüzeyaltı demineralizasyon alanları şeklinde, tipik beyaz nokta lezyonları olarak görülür (21).

### **2.3. Başlangıç Aşamasındaki Mine Çürüğü – Beyaz Nokta Lezyonu**

#### **2.3.1. Beyaz Nokta Lezyonunun Makroskobik Özellikleri**

Mine çürüğünün ilk görsel bulgusu beyaz nokta lezyonudur. Birçok klinisyene göre bu bulgu, başlangıç lezyonu olarak değerlendirilse de, aslında mine çürüğünde daha ileri bir safhasının işareti olduğu görülür. Çünkü mine lezyonunun klinikte gözlenebilir bir hale gelebilmesi için, derinliğinin 300-500 µm'ye kadar ilerlemiş olması gerekmektedir (46).

Minenin opak beyaz lezyonları gelişimsel ya da çürüğe bağlı olabilir. Başlangıç mine lezyonları yüzey demineralizasyonuna bağlı olarak translüent görüntüsünü kaybeder ve diş yüzeyi hava ile kurutulduğunda tebeşirimsi, belirgin bir hal alır. Bunun aksine gelişimsel lezyonlar kurutma işleminden daha az etkilenir ya da etkilenmezler (38).

Çürüğe bağlı beyaz lezyonlar, mikrobiyal içerikli plağın yoğun olarak biriktiği

---

\* Ekolojik niş: Bir canlının beslenmesi, korunması, saklanması, üremesi, diğer canlılarla ilişki içinde olması vb. gibi yapması gereken bütün faaliyetler ekolojik niş içerisinde yer alır.

bölgelerde gelişirler. Bu opak lezyonlar her zaman kavitasyona dönüşmezler. Koruyucu önlemler ile lezyonun ilerlemesi durur, hatta iyileşmesi ile beyaz opak görünümleri kaybolur. Bazı durumlar da ise beyaz nokta lezyonu oluşumunun ardından eklentiler uzaklaşarak, çevresel koşulların değişimiyle inaktif bir hal alır ve rengi koyulaşır (38,45).

### 2.3.2. Beyaz Nokta Lezyonunun Mikroskopik Özellikleri

Mine yüzeyinde oluşmuş çürük lezyonunun histolojik kesiti incelendiğinde mineral kaybının ilk önce prizmaların merkezinde olduğu görülmektedir. Bunun nedeni tam olarak açıklanamamakla birlikte, bu alanlardaki düşük kristal yoğunluğunun dışarıdan asit ve protonun difüzyonuna izin vermesi olarak gösterilmektedir (47).

Polarize ışık mikroskobu altında yapılan değerlendirmelerde, opak mine lezyonlarının 4 tabakadan oluştuğu saptanmıştır (48). Bu tabakalar, lezyonun en derin bölgesinden yüzeye doğru; translüsent (saydam) tabaka (por hacmi %1), karanlık tabaka (por hacmi %2-4), lezyon gövdesi (por hacmi %5-25), yüzeysel tabaka (por hacmi %5'den az) olarak sıralanır (1).

#### 1. Translütent (saydam) tabaka

Mine çürüğünün en derin tabakasıdır ve lezyonun ilerleme yönünü gösterir. Bu bölgede yaklaşık %1,2 mineral kaybı izlenir. Por hacmi %1'dir ve bu oran normal mineden 10 kat daha fazladır. *Kinolin* mine ile aynı kırılma indeksine sahip bir solüsyondur. Porlar *kinolin* ile boyandığında, lezyon sağlam mine ile aynı kırılma indeksine sahip olacağından, bu tabaka saydam görülür. Bu nedenle saydam tabaka olarak tanımlanır (38). Minede çürük lezyonunun ilerlemesini gösteren ilk bulgu saydam tabakadır. Saydam tabakaya, süt dişlerinin sadece % 25 'inde rastlanırken, daimi dişlerde % 50 oranında görülmektedir (1).

#### 2. Karanlık tabaka

Mine çürüğünün derindeki ikinci tabakası, karanlık tabaka olarak bilinir. Total por hacmi %2-4' dür. Mineral kaybının daha az görüldüğü bölgelerde, porların

boyutları daha küçüktür, dolayısıyla kinolin solüsyonunu absorbe edemezler. Polarize ışık bu bölgede bloke olur. Işık mikroskopunda bakıldığında, bu tabaka polarize ışığı geçirmediğinden siyah renkte görülür ve 'karanlık tabaka' olarak adlandırılır (Şekil 2.3.1). Klinik muayenede, hava veya buharla dolu olan bu porlar, bölgenin opak görünmesine neden olurlar (1,38).

Bazı araştırmacılar, karanlık tabakanın, aslında minenin demineralizasyonu sırasında gerçekleşen bir aşama olmadığı, büyük poröz yapıların içine iyonların birikiminden şekillenen alanlar olduğunu savunmaktadırlar. Deneysel remineralizasyon sırasında, karanlık tabakanın boyutlarındaki artışla birlikte, lezyon gövdesinde de artış olduğu görülmüştür. Karanlık tabakada kristal yapı kaybolması demineralizasyon ve remineralizasyon sürecinin bir işaretidir. Karanlık tabakanın, yeni oluşmuş remineralizasyon miktarını gösterdiği de varsayılmaktadır (1,49,50).

### **3. Lezyon gövdesi**

Lezyon gövdesi, başlangıç mine çürük lezyonlarının en geniş tabakasıdır. Periferde %5'den, merkezde %25'e kadar değişiklik gösteren en geniş por hacmine sahiptir. Mikroradyografide radyolusent olarak görülürler. Lezyon gövdesinde, retzius çizgileri belirgin olarak izlenir (1,48,51).

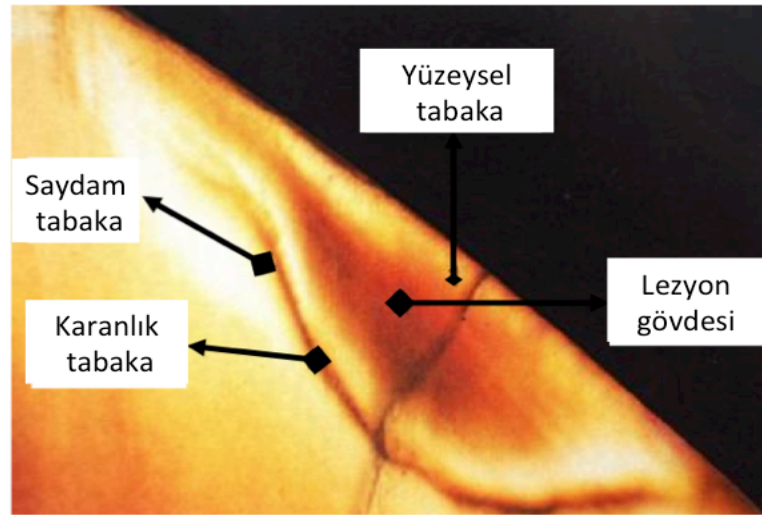
Sağlam mine ile karşılaştırıldığında; bu tabakada %24 mineral kaybı vardır. Bakteri ve tükürüğün girişine bağlı olarak su ve organik yapı artmıştır. Porözite boyutu, bakteri girişine izin verecek kadar geniş ise; bu bölgede bakteri görmek mümkündür. Geçirimli Elektron Mikroskobu (Transmission electron microscopy-TEM) ve Tarama Elektron Mikroskobu (SEM) ile lezyon gövdesi incelendiğinde, mine prizmaları arasında bakteri yayılımı olduğu görülmüştür (52,53).

### **4. Yüzeysel tabaka**

Mine çürüğünün en dıştaki tabakasıdır. Yüzeysel tabaka çürük ataklarından daha az etkilenir. Lezyon gövdesinden daha düşük (<%5) por hacmine sahiptir. Çürük ataklarından etkilenmemiş olan sağlıklı komşu mineye yakın radyoopasite gösterir ve altındaki radyolusent olarak görülen alanlardan ayırtedilebilir. Genişliği 20-100 µm arasında değişir (1,51).

Başlangıç çürük lezyonlarında, minenin yüzey altındaki mineral kaybı, yüzeysel tabakaya göre daha fazladır. Bunun nedeni; mine yüzeyinin tükürükle ilişkisine bağlı olarak hipermineralize olması ve Ca ve  $PO_4$ 'ı bağlayan flor iyonu konsantrasyonunun altındaki komşu mineden daha fazla olmasıdır. Bununla birlikte, laboratuvar çalışmalarında, minenin yüzey altı çözünmesi sonucu ortaya çıkan Ca ve  $PO_4$  iyonlarının yüzeysel tabakada birikerek, remineralizasyon sağladığı saptanmıştır. Daha dengeli bir Ca- $PO_4$  safhasının oluşumunun; yüzeysel tabakayı koruyarak, mine yüzeyinin savunmasında rol oynadığı iddia edilmektedir (1,31).

Başlangıç çürüğünün oluşum aşamasında, bozulmadan kalan mine yüzeyi bakteri invazyonuna bariyer görevi yaptığı için oldukça önemlidir (1). Ancak, tarama elektron mikroskobunda minenin yüzeysel tabakasının bazı bölgelerinde huni şeklinde defektler gözlenmiştir. Bu oluşumlar, bakterilerin lezyon içine ulaşmasını sağlayan, yüzey tabakasında ışık mikroskobu ile tespit edilemeyecek kadar ufak olan giriş yollarının varlığını gösterir. Mine yüzeyinin porözitesi, çürüğün aktif bir şekilde ilerleyeceğini mi, yoksa duracağını mı belirleyen önemli bir ölçüttür (1,36).



**Şekil 2.3.1.** Beyaz nokta lezyonunun polarize ışık mikroskobu görüntüsü (54)

#### 2.4. Başlangıç Aşamasındaki Mine Çürüğünün Teşhis Yöntemleri

Plak pH'sı, kritik pH'nın altına düştüğünde, diş yüzeyinde oluşan demineralizasyonun ilk bulgularını gözle veya radyografik olarak saptamak mümkün

değildir (36). Mine lezyonlarında gözlenen ilk değişiklik; diş yüzeyinde opak, beyaz bir alanın oluşmasıdır. Asit atakları sonucunda, mine Ca ve PO<sub>4</sub> gibi minerallerini kaybetmektedir. Demineralizasyona uğramış minenin prizma boyutları, hacimce değişikliğe uğrar ve mine poröz bir yapıya dönüşür. Minenin mineral kaybıyla birlikte, optik yapısında da değişiklikler olur ve ışığı daha az yansıtırlar, böylece başlangıç aşamasındaki mine çürüğü opak beyaz nokta lezyonları olarak görülürler (55,56).

Bu lezyonların önlenmesinde, koruyucu uygulamalar kadar, erken dönemde teşhisleri de oldukça önemlidir. Özellikle, gelişmiş toplumlarda florürlerin yaygın olarak kullanılmasıyla; hem diş çürüğü görülme sıklığı azalmış, hem de çürüğün ilerleme hızının yavaşlaması nedeniyle, çürük lezyonlarının tipi ve aktivitesi değişmiştir (36).

Klinisyenler diş çürüğünün hangi evresinde koruyucu ya da restoratif yaklaşımı seçmesi gerektiği konusunda zorlanmaktadırlar. Mine yüzeyinden kaybedilen Ca ve PO<sub>4</sub> iyonlarının miktarının saptanabileceği düzeyde hassas bir tanı yönteminin, klinik uygulamalar için yararlı olmayacağı düşünülmektedir. Minede oluşan demineralizasyon; çürük aktivitesi yüksek olmayan bir bireyde, tamir mekanizmasının etkin olması sayesinde, kısa sürede geriye dönerken, çürük aktivitesi yüksek olan bir bireyde hızla kaviteye dönüşecektir. Bu nedenle, erken çürük lezyonlarının tanısı için kullanılacak yöntemlerden elde edilen bulguların, bireyin çürük aktivitesine göre değerlendirilmesi ve koruyucu yöntemlerin buna göre planlanması önerilmektedir (36,57).

Günümüzde, çürüğün diş dokusunda geri dönüşü olmayan kayıplar oluşturmadan önce teşhis edilmesinin gerekliliği üzerinde durulmaktadır. Standart olarak teşhis kayıtlarının tutulabilmesi ve tedavi planlamasının yapılabilmesi için, diş çürüğü skorlama yöntemlerinden yararlanılmaktadır (46). Pitts ve Ekstrand (58,59) diş çürük lezyonunun teşhis edilmesinde; güvenilir, girişimsel olmayan, lezyon boyutu ve aktivitesini doğru olarak ölçebilen aletlerin ve metotların gerektiğini belirtmişlerdir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) (46) diş çürüğü lezyonlarını, biçim ve

derinliklerine göre 4 kategoride sınıflandırmıştır :

D1 : Klinik olarak saptanabilen, kavitasyon oluşmamış mine çürük lezyonları,

D2 : Klinik olarak saptanabilen, mineyle sınırlı kavitasyon oluşmuş mine çürük lezyonları,

D3 : Klinik olarak saptanabilen dentin çürük lezyonları,

D4 : Pulpaya ulaşmış diş çürük lezyonları

Ekstrand ve diğ. (60) 1995 yılında, kullanılan diğer sistemlerin en iyi özelliklerini birleştirerek çürük tespitinde ICDAS (International Caries Detection & Assessment System- Uluslararası çürük tespit ve değerlendirme sistemi) denilen sistemi geliştirmişlerdir. 2004'te ise ICDAS kriterlerinin lezyon aktivitesi değerlendirmede mevcut bulgularının yetersiz olduğu görülmüş ve modifiye edilerek ICDAS II oluşturulmuştur (61).

ICDAS sisteminde, mine-dentin lezyonlarının radyografik görüntülerine göre sınıflandırılması;

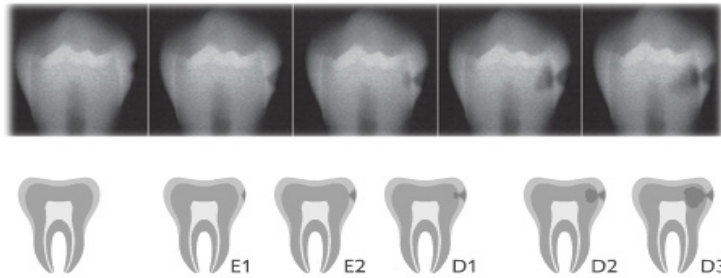
E1: Minenin dış yarısı,

E2: Minenin iç yarısı,

D1: Dentinin dış 1/3'ü,

D2: Dentinin orta üçlüsü,

D3: Dentinin iç 1/3'ü şeklindedir.



**Şekil 2.4.1.** ICDAS sisteminde, mine-dentin lezyonlarının radyografik görüntülerine göre sınıflandırılması (61)

Teşhis yöntemleri ise şu şekilde sınıflandırılabilir (62) ;

**1. Geleneksel yöntemler:** Gözle muayene, sond ile muayene, geleneksel radyograf ile muayene.

**2. Günümüzde kullanılan teknolojiler:** Dijital radyograflar, lazer floresans, elektriksel iletkenlik, fiber optik transiluminasyon (FOTI), dijital fiber optik transiluminasyon (DIFOTI)

**3. Yeni geliştirilen teknolojiler:** Alternatif akım empedans spektroskopisi, kantitatif ışık etkili floresan, ultrasonografi, kızılötesi termografi (63).

#### **2.4.1. Görsel Muayene**

Görsel muayene; diş yüzeyinin temizlenip, hava spreyi ile en az 5 sn kurutulduktan sonra, ışık ve ayna yardımıyla yapılan incelemedir (63). Kırılma indeksi 1.62 olan sağlam minede, porlar mikrodüzeyde olduğundan mine saydam görünür. Ancak, tekrarlayan demineralizasyon atakları esnasında, yüzeyde mine dokusundaki mineral kayıpları ile mikroporözitenin artması, minenin kırılma indeksinde azalmaya neden olur. Dişler ıslatıldığında, bu porlar kırılma indeksi 1.33 olan suyla dolmaktadır. Sağlıklı mine ve suyun kırılma indeksleri birbirlerine daha yakın değerlerde olduğu için diş yüzeyindeki opasite net olarak anlaşılabilir. Ancak, mine kurutulduğunda, mikroporlar içerisindeki su, kırılma indeksi 1.0 olan hava ile yer değiştirecektir. Hava ve minenin kırılma indeksi arasındaki fark, su ve minenin kırılma indeksi arasındaki farktan daha büyüktür. Bu nedenle, opak mine lezyonları, hava ile kurutulduğunda daha belirgin bir hal alır (21,63).

Başlangıç çürük lezyonlarının fiziksel özelliklerinin görsel olarak değerlendirilmesi ile lezyonun aktif ya da inaktif olduğu belirlenebilmektedir. Buradan yola çıkarak, tebeşirimsi ve pürüzlü yüzeyler aktif lezyonu; düz ve parlak yüzeyler ise inaktif lezyonu işaret etmektedir (64,65).

Diş hekimlerinin günlük klinik uygulamalarında en sık kullandıkları teşhis yöntemi gözle muayenedir. Ancak, diş çürüğü lezyonunu geniş kavite oluşana dek gözle muayene ile saptanamamakta ve bu durum, koruyucu önlemlerin

uygulanmasında geç kalınmasına neden olmaktadır (46,62).

Diş hekimlerinin büyük bir kısmı ışık ve aynanın kullanıldığı gözle muayeneye ek olarak, sond ile yapılan incelemeyi bir diş çürüğü teşhis yöntemi olarak benimsemiştir. Ancak, çoğu Avrupa ülkesinde çürük teşhisinde sivri uçlu bir sond ile muayene etik bulunmamaktadır (66). Sond ile yapılan inceleme, başlangıç aşamasındaki okluzal çürüklerin ilerlemesini hızlandırarak veya çürüğe neden olan bakterileri enfekte alandan başka alanlara taşıyarak iyatrojenik zararlar oluşturabilmektedir (67). Hafif basınçla yapılan sondlama beyaz, opak lezyonlarda kaviteye meydana getirebilmektedir ve diş çürüğü lezyonunu örten sağlam mine dokusunun zarar görmesi, lezyonun remineralize olma şansını ortadan kaldırmaktadır (68). Bu nedenle, lezyonun yüzey yapısını kontrol etmek için künt uçlu periodontal sond (Community periodontal index – CPI sondu) kullanılabilir (46).

#### **2.4.2. Lazer Floresans**

Floresans, herhangi dalga boyundaki bir ışığın (uyarıcı dalga boyu) doku tarafından absorbe edilmesinin ardından, daha uzun bir dalga boyuyla (yayılma dalga boyu) yayılmasıdır. Floresans oluşabilmesi için belirli bir maddenin belirli bir dalga boyuyla uyarılması gerekir. Laser floresans yöntemi; diş dokusunun ışık uygulanması sonrası, sağlıklı ve çürük mine arasındaki floresans farkının ölçümü esasına dayanır. Minenin mineral içeriği az olan bölgeleri, düşük floresansa sahiptir (69).

Floresans prensibi şöyle özetlenebilir: Diş çürük lezyonu içindeki, ışık yayılma katsayısı, sağlıklı mineye oranla oldukça yüksektir. Bu durum, lezyon içindeki ışığın yolunun kısalmasına ve bu alanda emilim ve floresansın daha az olmasına sebep olur. Ayrıca, kromoforların moleküler yapısındaki değişimler floresans oluşumunu engeller. Çürük gelişimi sağlıklı minedeki kromoforları uzaklaştırır. Böylelikle, demineralize alanlarda floresans oluşumu gerçekleşmez ve karanlık alanlar olarak görülürler (70).

Sağlıklı mine ve dentin, demineralize dokularla kıyaslandığında farklı



floresans özellik gösterir. Çünkü demineralize dokular ışığı daha az absorbe ederek, daha az floresans özelliği gösterirler (71). Bu özellik Hafström-Björkman ve diğ. (72) tarafından denenmiş ve longitudinal mikroradyografiyle kıyaslandığında, mineral kaybının gösterilmesinde lazer floresans tekniğinin doğruluğu kanıtlanmıştır.

Bu prensip ile klinik olarak en yaygın kullanılan markalar DIAGNOdent (KaVo Dental Corporation, Biberach, Almanya) ve QLF'tir (Inspector Research Systems, Amsterdam, Hollanda).

### **DIAGNOdent (lazer floresans)**

DIAGNOdent dişlerin okluzal ve düz yüzeylerindeki çürüklerin teşhisi için geliştirilmiş bir lazer floresan cihazıdır. Cihazda 655 nm dalga boyundaki kırmızı diyot lazer ışını, fiber demetinden geçerek özel uç ile dişin yüzeyine taşınır. Diş tarafından absorbe edilen ışın, floresans fotonları olarak geri yansır. Filtreden geçen floresans sinyalleri aynı uçtaki farklı fiber demeti tarafından toplanır ve bir fotodiyot tarafından 0-99 arasında bir değerde sayısal olarak ölçülür ve monitöre ulaştırılır. Geri toplanan floresans ışınının yoğunluğu lezyon derinliği ile doğru orantılıdır (71,73).

Lazer floresans yöntemiyle yapılan çok sayıda çalışmada, okluzal çürüklerin teşhis edilmesinde anlamlı sonuçlar elde edilmiştir (71,73). Ancak, başlangıç düz yüzey çürükleri ile yapılmış çok az sayıda çalışma mevcuttur (74-77). Shi ve diğ. (74,75,78) 'nin yaptıkları çalışmalarda, daimi dişlerin düz yüzey çürüklerindeki mineral kaybı ile lazer floresans ölçümleri arasında anlamlı bir korelasyon bulunamadığı ve klinik teşhis için sadece ilave bir yöntem olabileceği belirtilirken, bazı araştırmacılar bu yöntemin yeni başlayan çürüklerin teşhisinde iyi bir yardımcı yöntem olduğunu savunmaktadırlar (76,79).

### **QLF (Ölçülebilir-Görünür Işık Floresans)**

Bu sistemde, Lazer Floresans yönteminden farklı olarak lazer ışını yerine, görünür mavi ışık kullanılmaktadır. Diş çürüğü, bakteri aktivitesi, dental plak, diş taşı, renklenme ve diş beyazlığını *in vivo* ve *in vitro* olarak kantitatif değerlendirme

imkanı sağlayan bir teşhis cihazıdır. Mineral kaybına bağlı olarak ortaya çıkan ışığın saçılması prensibiyle, demineralizasyonun derecesinin ölçümünde kullanılır (69).

Diş sert dokusunun otofloresans adı verilen kendi doğal floresansı vardır. QLF ile diş mavi ışığa maruz bırakıldığında yapısındaki floresans uyarılır ve yeşil floresans meydana gelir. Diş yapısında bulunan floresans, demineralizasyon sonucu azalır. QLF ile görülen çürük lezyonu floresansı, sağlam diş dokusundaki değerden daha düşüktür. Bu yüzden de demineralize diş dokusu QLF ile karanlık bölgeler olarak görünür (69).

Işık kaynaklı floresans, mine çürük lezyonlarının mineral kaybı ve lezyon derinliği ile iyi bir uyum göstermiştir ve bu yöntem demineralizasyon ve remineralizasyon sürecindeki mineral değişikliklerini izleyebilme duyarlılığına sahiptir (80). QLF'in, çürük potansiyeli yüksek bireylerde, çürük önleyici yaklaşımların başarısının ölçümünde kullanılabilirdiği belirtilmiştir (81). Ayrıca QLF'in mutlaka klinik muayene ile desteklenmesi gerekliliği belirtilmiştir. Çünkü QLF gelişimsel hipokalsifiye alanları ve minedeki florozisi de koyu renkte algıladığı için, bu alanların çürük lezyonlarından göz ile muayene ile ayrılması gerekmektedir (69).

#### **2.4.3. ECM (Elektronik Çürük Monitörü)**

Genel olarak sağlıklı ve çürük diş dokularındaki elektriksel iletkenlik farklılığı esasına dayanır. ECM'nin okluzal yüzeylerde kısmen başarılı olduğu, daha çok düzgün yüzeyler ve aproksimal yüzeylerde başarı gösterdiği belirtilmektedir (69). ECM sonuçlarını etkileyebilecek olan, fiziksel bir dizi faktör vardır. Bunlar; dişin sıcaklığı, dokunun kalınlığı, yüzey alanının su içeriğidir (82). Ayrıca, ECM ölçümlerinin klinik görsel yöntemlerle karşılaştırıldığında yüksek duyarlılığa sahip olmasına rağmen, düşük özgüllüğe sahip olduğu belirtilmiştir (83).

#### **2.4.4. FOTI-DIFOTI (Fiber Optik Transiluminasyon - Dijital Fiber Optik Transiluminasyon)**

Işığın saçılması esasına dayanan, diş çürüğünün görsel olarak incelendiği tekniktir. FOTI mekanizmasında; kaynaktan çıkan ışık, diş dokusu içinden parlayarak

geçmeye çalışırken, saçılmaya uğrar ve bunun etkisi ile mine ve dentinde gölge alanlar oluşur. Cihazın ışık gücü sayesinde; erken aşamadaki mine ve dentin lezyonları, oluşan gölgelerin şiddetine göre ayırt edilebilir (82).

Sağlam mine neredeyse şeffaf bir yapı gösteren, yoğun olarak biraraya gelmiş, modifiye hidroksiapatit kristallerinden oluşur. Minede demineralizasyon meydana geldiğinde, ışığın penetre olan fotonları saçılır (enerjilerini kaybetmeden yönlerini değiştirirler) ve optik bir bozulma gerçekleşir. Başlangıç mine demineralizasyonları görünümünden dolayı beyaz nokta lezyonları olarak adlandırılırlar (84). Hava ile kurutulmadan görülemeyen bu lezyonların teşhisinde, yüksek yoğunlukta beyaz ışık kullanarak, minenin optik özelliklerini arttıran FOTI tekniği başarılı sonuçlar vermektedir (85).

#### **2.4.5. Ultrasonografi**

Bu alandaki gelişmeler yavaş olmasına rağmen, ultrasonografinin çürük belirlenmesi için kullanımının 30 yıllık bir geçmişi vardır. Bu teknik, ses dalgalarının; sıvılar, gazlar, katılar ve bunların arasındaki sınırları geçebilmesi prensibine dayanmaktadır (86) . Dokuların görüntüleri; oluşturulan yüksek frekanslı dalgaların (1-20 mhz) test edilecek biyolojik dokuya uygulanmasının ardından, geri yansıyan ses dalgalarının toplanarak elektriksel impulslara çevrilmesi ve eko olarak saptanmasıyla elde edilirler (87,88).

Yapılan çalışmalarda, ses dalgalarının sağlam ve demineralize mine dokularını kat etme zamanı farklı olduğu için, kavitasyon oluşturmamış mine çürüklerinin, kolaylıkla ayırt edilebileceği kabul edilmektedir (87,88). Mine çürüklerinin ve remineralizasyon derecelerinin, ultrasonik sistemle erken tanısının mümkün olduğu ve diş minesindeki yüzeyaltı beyaz nokta lezyonlarının dahi teşhis edilebildiği belirtilmiştir (88).

Tüm bu çalışmaların ışığında; ultrasonik sistemin tekrarlanabilir, yüksek duyarlılık ve özgüllüğü olan bir sistem olduğu belirtilirken, çürük lezyonlarının teşhisinde ultrasonun kullanımı için daha çok klinik çalışmalara gerek olduğu

düşünülmektedir (88).

## **2.5. Başlangıç Çürük Lezyonlarının Tedavisi**

### **2.5.1. Başlangıç Çürük Lezyonlarının Remineralizasyonu**

Minedeki başlangıç çürük lezyonlarının, mikrobiyal içerikli birikintilerin kaldırılmasından sonra, Ca ve PO<sub>4</sub> iyonlarına doymun olan tükürükten, demineralize sert dokulara yeniden mineral depolanmasıyla durdurularak, inaktif hale geçebildiği bilinmektedir (21).

Asite maruz kalmış mine kristalleri, remineralizasyon için nükleasyon merkezi görevi üstlenir. Tükürükte bulunan Ca ve PO<sub>4</sub> iyonları, mine yüzeyine penetre olur ve mine lezyonu içerisindeki reaktif kristal yüzeyleri üzerinde birikir. Böylece çürük lezyonunu erken aşamalarda remineralize olur (36).

Lezyonun tamiri hasar gören kristallerde yeniden Ca ve PO<sub>4</sub> minerallerinin depolanması ya da yeni kristallerin oluşması şeklinde gerçekleşir. Yeniden mineral depolanması esnasında oluşan kristaller orijinal kristalle aynı büyüklükte ya da daha geniş çapta olabilir. Kristal çaplarının artması; minenin organik içeriğini azaltarak, asitler karşısında çözünme direncini artırır (45).

Opak mine lezyonlarının remineralizasyonu sırasında ortamda F<sup>-</sup> iyonu mevcutsa, lezyon içerisine Ca ve PO<sub>4</sub> iyonlarının penetrasyonu önemli oranda artmaktadır. Sonuç olarak, remineralize mine yapısında aside daha dirençli olan florapatit oluşur ve mine daha sonraki çürük ataklarına karşı direnç kazanır (35).

Günümüze kadar, tükürük ve plak sıvısındaki Ca ve PO<sub>4</sub> iyonlarından kaynaklanan doğal tamir sürecini geliştirmek amacıyla birçok yöntem önerilmiştir;

### **2.5.2. Diyetin Düzenlenmesi**

Diş çürüğünün oluşumunda asidojenik bakteriler, fermente olabilen karbonhidratların tüketim sıklığı ve miktarı, tükürük fonksiyonlarında azalma gibi patolojik faktörler ile tükürük akış hızı ve bileşimi, karyojenik olmayan şekerler,

çürük önleyici maddeler gibi koruyucu faktörler arasında dinamik bir denge vardır. Bu patolojik faktörlerden, diyetle alınan fermente olabilen karbonhidratların *anaerobik* olarak metabolize olması sonucu üretilen organik asitlerin, mine ve dentini demineralize ederek diş çürüğü için lokal bir risk faktörü oluşturduğu saptanmıştır. Bazı gıda maddelerinin ise çürüğü önleyici etkisi olduğu unutulmamalıdır. Fibrilli ve sert yiyecekler öğütülme sırasında mekanik temizliğe yardımcı olmalarının yanında, bazılarının tat ve kokuları tükürük akış miktarını arttırarak, çürüğü önleyici etkiye sahiptirler. Peynir, süt gibi proteinler, polifenol içerdiği bilinen rafine edilmemiş tahıllar, organik fosfatlar, mineraller, kakao, çay gibi yiyecek maddelerinin kimyasal yapı taşları, patojen mikroorganizmaların metabolizmasını engelleyerek bakteriyostatik etki gösterirler (89).

Diyetle alınan besin maddelerine ait özellikler, bu besin maddelerinin günlük olarak tüketilme sıklıkları, alınma şekilleri gibi bireye ait özellikler, çürük insidansını etkileyen faktörler olarak değerlendirilmektedir (90).

### **2.5.3. Ağız Hijyenini Geliştirme Programları**

Çürük oluşumunun önlenmesinde, diş yüzeyindeki plak miktarının azaltılması etkili bir yöntemdir (91). Ağız hijyeni alışkanlığının oluşturularak, arttırılması ve düzenli bir şekilde plak kontrolünün yapılması önemlidir (92). Pek çok ülkede, ağız hijyen eğitimi temel olarak ilkokullardan başlayarak verilmektedir (8).

Diş plağı, mekanik ve kimyasal yöntemlerle uzaklaştırılır. Mekanik plak kontrolü, kişisel olarak günlük diş fırçalanması ve diş ipi kullanılması ya da gerektiğinde diş hekimi tarafından yapılan profesyonel diş temizliği işlemlerini içermektedir (54).

Kimyasal plak kontrolü için kullanılan antimikrobiyal ajanlar ise; dört değerli amonyum bileşikler, sanguinarin, fenol benzeri maddeler, klorheksidin glukonat ve florürlerdir. Diş hekimliğinde ise sıklıkla, klorheksin glukonatlar ve florürler kullanılırlar (93).

#### 2.5.4. Klorheksidin Glukonat Uygulamaları

Kimyasal plak kontrolünde, dayanıklılığı sayesinde klorheksidin üstünlük kazanmıştır. Ağız boşluğundaki yüzeylere kuvvetlice bağlanarak yavaş salınımla etkisini sürdürür. %0.1, %0.12, ve % 0.2'lik gargara formu bulunmaktadır. Önerilen kullanım biçimi; diş fırçalamaya ek olarak günde 1-2 kez 10-15 ml miktarlarda 30-45 sn ağız içinin çalkalanmasıdır. En fazla 2 hafta kullanılabilir. Uzun süreli kullanımlarda, tat duyusunda geçici bozulma, ağız mukozasında deskuamasyon, diştaşı oluşumunda artış ve dişlerde boyanmaya neden olur. Ayrıca, diş hekimliğinde klorheksidin; %1'lik jel biçiminde ve daha etkili olduğu bilinen %1 klorheksidin ve %1 timol karışımını içeren Cervitec olarak bilinen vernik (cila) biçiminde de kullanılmaktadır. Mutans streptokoklar üzerinde sırasıyla klorheksidin vernik, jel ve gargaraların etkili olduğu bulunmuştur (93).

Ağız hijyeninin tam olarak sağlanmasında, bu yöntemlerin doğru, etkili ve düzenli kullanımı önemlidir (54).

#### 2.5.5. Florür Uygulamaları

Kimyasal plak kontrolünde sıklıkla kullanılan bir diğer ajan ise florürlerdir. Flor atom numarası 9, atom ağırlığı 19 olan halojenler grubunun ilk elementidir. 1529 yılında Georigius Agricola, kalsiyum florür bileşimini tanımlamıştır. İlk defa 1886 yılında Henri Moissan tarafından izole edilmiştir. Flor en reaktif element olup O<sub>2</sub> ve asal gazlar dahil tüm elementlerle tepkimeye girer (94). Yüksek elektronegatifliğe sahip, reaktif bir gazdır ve bu sebeple doğada serbest halde değil de, bileşikler oluşturarak flor tuzları (florürler) şeklinde bulunmaktadırlar. Florür, nötr haldeki flor atomunun, bir elektron alarak iyon (anyon) haline geçtiğinde aldığı isimdir (95). Kalsiyum ve sodyum gibi pozitif yüklü iyonlarla etkileşime girerek, kalsiyum florür (CaF) ve sodyum florür (NaF) bileşenini oluşturabilir. Ca iyonuna olan yüksek afinitesi nedeniyle, kemik ve diş gibi kalsifiye dokularla etkileşim içindedir (54).

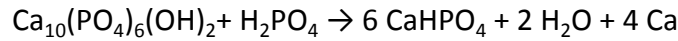
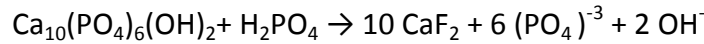
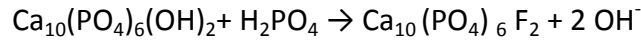
Florür uygulaması, diş çürüğünün oluşumunun ve ilerlemesinin önlenmesinde etkinliği kanıtlanmış, minenin demineralizasyona olan yatkınlığının

azaltılmasında sık kullanılan bir yöntemdir. İlk kez 1945 yılında Birleşik Devletler’de ve Kanada’da içme suyunun içerisine karıştırılarak kullanılmıştır (96).

Tükürük ve plak içerisindeki flor iyonu konsantrasyonu, diş minesi üzerinde çürük önleyici etkisini; mineral yapının çözünürlüğünü azaltarak, plaktaki bakterilerin asit üretimini engelleyerek ve remineralizasyonu arttırarak gösterir (97).

Karyojenik bakterilerin oluşturduğu organik asitler, plak pH’sının düşmesine neden olmakta, bu duruma cevap olarak plaktan ve tükürükten mine içine flor difüzyonu oluşmaktadır. Flor iyonu, lezyon içerisine Ca ve PO<sub>4</sub> iyonlarının penetrasyonunu önemli oranda arttırırken, mine yapısındaki OH<sup>-</sup> iyonları ile yer değiştirerek florapatit meydana getirmektedir. Bu oluşan yeni kristal form asitlere karşı daha dayanıklı bir yapı sergilemektedir (46,98).

Yapılan araştırmalar hidroksiapatitin F<sup>-</sup> ve H<sup>+</sup> iyonu varlığında 3 tip ana reaksiyon oluşturduğunu göstermiştir (99).



Florür konsantrasyonunun düşük olduğu durumlarda 1 no’lu reaksiyon, yüksek olduğu durumlarda 2 ve 3 no’lu reaksiyon meydana gelmektedir (100,101).

Florür, diş dokusunun demineralizasyona neden olan S.mutans’ın kolonizasyonu ve bakteriyel metabolizmasının inhibisyonunu sağlayarak da mine üzerinde koruyucu etkiye sahiptir (102).

### **Sistemik florür uygulamaları**

Sistemik florür uygulamaları, çürük riski yüksek bireylerde etkili bir mekanizmadır. Florürün az kullanıldığı toplumlarda çürük önlemede etkili bir yöntemdir. Sistemik olarak uygulanan florür; aynı zamanda topikal olarak da etki göstermektedir. En uygun dozda, yani 1 ppm (part per million - 1 birim florür, 1 milyon birim suda çözünür) konsantrasyonda florür ilave edilmiş içme suları, dişlerin mineralizasyonu aşamasında en yüksek etkiyi göstermektedirler. Bu nedenle,

doğumdan sonra en az 12 yaşına kadar florürlü su içilmesi ile tüm dişler florürden en yüksek düzeyde yarar sağlayarak gelişmiş olurlar. Dünya Sağlık Örgütü, günde 1 mgr florür alınmasının insan vücudu için faydalı olduğunu bildirmiştir (103).

Sistemik florür uygulamaları; içme sularının florürlenmesi, florürlü tablet ve damla kullanımı, tuzların florürlenmesi, sütün florürlenmesidir (103).

### **Topikal florür uygulamaları**

Florürün diş sürme öncesi dönemde etkili olduğu düşünülse de, günümüzde diş gelişimi ve mineralizasyonu sırasında uygulanan topikal florürün daha etkili olduğu kabul edilmektedir (103).

Topikal florür uygulamalarının, demineralizasyonu engelleme, remineralizasyonu hızlandırma, plaktaki bakterilerin metabolizmasını durdurma, plağın dişe adezyonunu önleme, mine yüzeyinde birikerek  $\text{CaF}_2$  oluşturup asit atakları sırasında florür rezervuarı oluşturma gibi avantajları vardır.

Topikal florür uygulamaları; florür içeren diş macunları, ağız gargaraları, diş ipleri, vernikler, jeller, solüsyonlar, intraoral florür salan cihazlar ve iyontoferez tekniğinin kullanımını içermektedir (104,105).

### **2.5.6. Kazein Fosfopeptit-Amorf Kalsiyum Fosfat (CPP-ACP) Uygulamaları**

Günümüzde, erken çürük lezyonlarını kavitasyon oluşmadan önce durdurarak; remineralizasyonu arttıran, demineralizasyonu inhibe eden farklı koruyucu tedaviler üzerinde yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Son yıllardaki çalışmalar da, diş yapısının temel elemanı olan Ca ve  $\text{PO}_4$  iyonlarının diş yapıları üzerinde birikmesi ve miktarının arttırılması üzerinde yoğunlaşmaktadır (106,107).

Amorf kalsiyum fosfat (ACP); moleküler formülü  $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}]$  olan bir trikalsiyum fosfattır. ACP sert dokuların temel yapısı değildir. ACP, amorfoz bir yapı içerisinde Ca ve  $\text{PO}_4$  iyonlarını içerir ve bu bileşik asit atakları esnasında minenin demineralizasyonunu azaltır. Solüsyonlar içerisindeki ACP, hızla oktakalsiyum fosfat veya apatit gibi stabil kristalin yapıda bir faza dönüşür (108).



Yıllar boyunca, demineralizasyonun inhibe edilmesi amacıyla ACP kullanılmıştır. Ancak kullanılan formülasyonlar içerisinde bu iyonların hızla kristalize olması, diş taşı oluşumuna yol açmış ve diş yüzeyine bağlanamama gibi sorunlarla karşılaşmıştır (109).

Kazein, inek sütündeki proteinlerin % 80'ini oluşturan fosfoproteinlerin en önemlisidir. En önemli özelliği Ca ve  $PO_4$ 'ı protein kompleksleri içerisinde sabit halde tutmasıdır. Ca ve  $PO_4$  iyonları, enzimatik reaksiyonlar sonucunda daha küçük peptitler (kazein fosfopeptit) haline dönüşerek oldukça dayanıklı hale gelirler (110).

Kalsiyumfosforür (CPP), alkali ve nötral ortamlarda çok sayıdaki fosfoseril grupları ile zor eriyen  $CaPO_4$ 'ı; CPP-ACP kompleksi halinde stabilize eder. ACP'nin 4 fosfoseril grubuyla oluşturduğu bu yeni kompleks, ACP'nin mineralizasyon için çekirdek oluşturacak gerekli büyüklüğe ulaşmasını ve çökmesini engellemektedir. Bu şekilde kalsiyum ve fosfat fazlarıyla karşılaştırıldığında, daha doygun bir ortam oluşur. CPP-ACP bileşikleri hem diş yüzeyi hem plak bakterileri ile birleşerek etki gösterir. Bu reaksiyonlar sonucunda, CPP-ACP bileşikleri diş yüzeyinde ACP depolanmasını sağlar (111).

Araştırmacılar, CPP-ACP kompleksinin asidik koşullarda ayrışarak, plakta serbest Ca ve  $PO_4$  iyonlarının ortaya çıkmasını sağladığını ve bu şekilde doygun bir plak meydana getirdiğini savunmaktadır. Bu reaksiyon, minede demineralizasyonu önleyerek, remineralizasyonu arttırmaktadır. Ayrıca, immunokolonizasyon çalışmalarında, CPP-ACP' nin bakteri hücre yüzeyleri, intersellüler plak matrisi ve diş yüzeyindeki makromoleküllerle birleşerek etki ettiği de gösterilmiştir. Tüm bunlar, daha az karyojenik bir plak oluşumuna neden olmaktadır (110-112).

CPP-ACP içerikli ürünler; çürük proflaksisinde, özellikle yüksek çürük riski taşıyan bireylerde önleyici tedavi olarak, gastrik reflü veya başka nedenlerle dişlerde meydana gelen erozyonların önlenmesinde, dentin duyarlılığının tedavisinde ve ortodonti hastalarında opak mine lezyonlarının tedavisinde kullanılmaktadır (113).

CPP'nin antikaryojenik etkisi yiyeceklere ya da diş macunlarına ilave edildiğinde, kazeine oranla 10 kat artmaktadır (113).

CPP-ACP'nin patenti Avustralya'da Melbourne Üniversitesi tarafından alınmış ve "Recaldent" adı ile piyasaya sürülmüştür. Bu ürün 1999 yılında FDA tarafından kabul edilmiştir (1 gr' da % 5). Daha sonra Amerika Birleşik Devletleri (ABD) 'de MI Paste ve MI Paste Plus (900 ppm F) üretilmiştir. ABD dışında bu ürünler GC Tooth mousse adıyla piyasaya sürülmüştür (113). Son yıllarda CPP-ACP'nin diş sağlığı üzerine etkileri konusunda in- vitro, in-vivo koşullarda yürütülen çok sayıda çalışma yapılmaktadır (108-110,112).

### 2.5.7. Lazer Uygulamaları

Lazer uygulamasının, hidroksiapatit kristallerinde erime ve kaynaşmaya neden olarak, mine yüzeyinde asitlere karşı direnci arttırdığı saptanmıştır (114,115). Bu fikirden yola çıkarak, minenin asitlere karşı direncinin artırılması ve demineralizasyonunun engellenmesi amacıyla kullanılan farklı lazer tiplerinin etkisi araştırılmıştır. İn vitro ve in situ çalışmalarda; CO<sub>2</sub> lazerin yüzeyaltı minenin demineralizasyonunu azalttığı ve florür uygulamalarıyla birlikte kullanıldığında bu etkinin arttığı bildirilmiştir (116,117). Chen ve Huang (118,119) in-vitro çalışmalarında başlangıç çürük lezyonlarına CO<sub>2</sub> lazer, Nd:YAG lazer ve APF uygulayarak, asit ataklarına karşı direnci değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak, test edilen tüm uygulamaların aside karşı direnci arttırdığını, ancak lazerlerin florür uygulamasından daha etkili olduğunu saptamışlardır. Her iki lazer arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Buna karşın, florür vernik uygulamasının, minenin demineralizasyona karşı direncini, diyet lazere göre daha fazla arttırdığı bildirilmiştir (120).

### 2.5.8. Ağartma

Diş ağartma işlemi günümüzde sıklıkla başvurulan, dişhekimliği uygulamaları arasında yer almaktadır. Oksalik asit, hidroklorik asit, değişik formdaki klorlu bileşikler, hidrojen peroksit ve karbomit peroksit gibi ajanların kullanımıyla dişlerin ağartılması 1800'lü yılların sonlarına kadar uzanır (121).

Diş ağartma tedavileri; vital ve devital ağartma olmak üzere iki şekilde uygulanmaktadır. Devital ağartma; ağartma ajanının kanal tedavisi görmüş dişlerin pulpa odasını çevreleyen dentinden iç mine tabakasına yayılması yoluyla gerçekleşir. Vital ağartma ise, ağartma ajanının mine dış yüzeyine uygulanması sonucu, ajandaki peroksitlerin serbest radikallere ayrılması ve minenin interprizmatik boşluklarına yayılmasıyla gerçekleşmektedir (122).

Diş hekimliğinde vital ağartma teknikleri; ofiste ağartma ve evde ağartma olarak sınıflandırılmaktadır. Buna ilave olarak; piyasada evde ağartma tekniklerine benzer şekilde uygulanan *over-the-counter* (OTC-reçetesiz) ürünler de mevcuttur (122).

Vital ağartma tedavilerinde kullanılan ağartma ajanları genel olarak çeşitli yoğunluklarda karbomit peroksit (KP) ve hidrojen peroksit (HP) içermektedir. Ofis tekniklerinde yüksek konsantrasyonda KP ve HP (%30, %40) kullanılırken, evde uygulananlar %20 KP ve %10 HP içerir (123,124). HP'nin %30 ve %40'lık konsantrasyonlarının kimyasal veya ışık ve/veya ısı ile aktivasyonu önerilir. Evde ağartmada gece koruyucu plaklar kullanılır. KP'nin %10'luk konsantrasyonu standart olarak kabul edilmesine rağmen, firmalar %3'den %40'a kadar değişen oranlarda KP içeren ajanlar üretmektedir (122,125).

Düşük moleküler ağırlıkları nedeni ile mine ve dentine penetre olabilen peroksitler, serbest oksijen radikallerine ayrılmakta ve büyük organik pigment molekülleri ile reaksiyona girerek, daha küçük moleküllere parçalamaktadırlar. Beyazlatma işlemi sırasında yüksek pigmente karbon bağları açılarak, daha açık renkteki zincirlere dönüşmekte ve işleme devam edildiği sürece beyazlatılan materyalin rengi açılmaktadır (126).

Oksidasyonun, mine ve dentinin organik ve inorganik elementlerine zarar vermeye başladığı, doyum noktasını aşmaması gerekir. Aksi halde, mine matriks proteinleri içine gömülü olan mineral kristalleri açığa çıkar. Sonuç olarak, mine yüzey morfolojisinde istenmeyen değişikliklere ve diş yapısında zayıflamaya neden olur (126,127).

Ağartma ajanlarının, diş yapısı üzerinde oluşturdukları etkiler hakkında çeşitli görüşler mevcuttur. Bir çok araştırmacı, ağartma işlemi uygulanmış dişlerde; minenin mikrosertliği ve abrazyon direncinde azalma, dentin mikrosertliğinde azalma ve ağartma sonrası hemen veya bir haftadan daha kısa süre içinde restorasyon yapılması durumunda, dentin bağlanma dayanıklılığında azalma gibi bazı olumsuz etkiler bildirmişlerdir (128-131).

Ağartma ajanları, kimyasal reaksiyona bağlı olarak minenin mineral yapısında değişiklikler oluşturabilir. Ağartma ajanları tarafından başlatılan mineral kaybı, başlangıç çürük lezyonlarına benzer şekilde, minenin yüzey altında oluşur (121). Mineral içeriğindeki bu kayıp sonucu; mine prizmaları arasındaki boşluğun artışı, yüzey pürüzlülüğü ve *S. mutans* adezyonunda artış görülür (121,132).

Ağartma işlemi uygulanmış dişlerde görülen kimyasal ve mikroyapısal değişiklikler, klinik olarak görülmez (121,128,133-135). Ağartma işlemi uygulanmış dişlerde minenin mikrosertliğindeki azalmanın, ağartma işlemini takiben remineralizasyon süreci ile eski haline dönebileceği gösterilmiştir (136). Ağartma uygulaması sonucu oluşan demineralizasyon, tükürük içeriğinin emilimi ve çökmesi ile tamir edilebilir (137,138).

Yapılan bir çalışmada, ortodontik tedaviden sonra oluşan renklemelerin giderilmesinde ağartma işlemi uygulamasının faydalı olduğu görülmüştür (139). Hastaların renklenmiş dişlerinde; hekim kontrolünde gece kullanılan ağartma sistemleriyle ya da içinde değişik dozda jel HP taşıyan polietilen striplerin kullanımıyla önemli oranda beyazlama gözlenebilmektedir (139-141). Aynı zamanda, ortodontik tedavi sırasında hastaların diş minesini demineralize olabilir. Bu demineralize alanlar, braketlere ve serbest dişeti kenarına komşu bölgelerde, beyaz nokta lezyonları olarak görülürler. Hekim kontrolünde gece kullanılan ağartma sistemleriyle ya da içinde değişik dozda jel HP taşıyan polietilen striplerin kullanımı sayesinde, demineralize alanların komşuluğundaki sağlam minenin beyazlamasıyla, beyaz nokta lezyonları sıklıkla gizlenebilmektedir (140,141). Yapılan çalışmalarda, vital ağartma ile beyaz nokta lezyonlarının görünümünün tatmin edici bir şekilde maskelendiği saptanmıştır (9,140,141).

### 2.5.9. Rezin İnfiltrasyon Tekniği

Günümüzde restoratif materyallerdeki gelişmeler ve adeziv materyallerin başarılı kullanımlarına bağlı olarak minimal invaziv diş hekimliği ön plana çıkmıştır. Bu nedenle diş çürüğüne dirençli olduğu düşünölen bölgeler de dahil olmak üzere, hasarlı bölgelerinin tamamının uzaklaştırılmasını içeren, Webb tarafından tanıtılmış ve Black tarafından geliştirilmiş “Korumak için genişletmek” kavramı geçerliliğini yitirmiştir (142). Black kuralları olarak benimsenen “korumak için genişletmek” kavramı yaklaşık olarak 120 yıl boyunca restoratif diş hekimliğinin temelini oluşturmuştur. Ancak, o zamanki koşullarda dahi tedavilerin daha koruyucu olması gerektiği ve bu amaçla sağlam diş dokularının uzaklaştırılmasının doğru bir kavram olmadığı belirtilmiştir (143).

Mine yüzeyinde kavitasyon oluştuğu zaman, girişimsel müdahale kaçınılmaz hale gelecektir, bu gibi durumlarda minimal invaziv tekniklerin kullanılması diş dokusunda oluşabilecek yıkım miktarını azaltacaktır (11).

Biyomimetik (doğayı taklit ederek bağlanabilen) restoratif materyallerin kullanımı klinik olarak başarılı sonuçların elde edilmesine olanak sağlar. Ancak; az miktarda doku uzaklaştırılmasına rağmen, minimal invaziv müdahale bile geç kalınmış ve yıkıcı olan bir işlemdir. Ayrıca, hiçbir restoratif materyal, yerini aldığı doğal diş dokusu kadar mükemmel ve uzun ömürlü değildir (11).

Modern minimal invaziv diş hekimliği yöntemleri olan slot, tünel veya minikutu gibi restoratif uygulamalar sonucunda dişin orijinal anatomisi, dayanıklılığı ve estetik özellikleri sonsuza kadar yitirilmiş olur ve bu durum restorasyonu yenileme döngüsünün başlangıcını oluşturur. Bu döngü, büyüyen restorasyonlara ve diş sert dokusunun giderek daha çok hasar görmesine sebep olur (11,144,145).

Başlangıç aşamasındaki diş çürüklerinin durdurulmasında, koruyucu yöntemlerin etkilerinin sınırlı olması ve girişimsel uygulamaların diş dokusunda madde kaybına az da olsa yol açması nedeniyle, araştırmacılar başlangıç çürüklerinin durdurulmasını ve kontrolünü sağlayacak yeni yöntemler arayışına girmiştir. Okluzal yüzeylere fissür örtücü uygulamasının çürüğü önlediğini gösteren çalışmalar, akışkan

rezinlerin düz yüzey başlangıç çürüklerinde de kullanımını gündeme getirmiştir (157-159). Bu uygulamalar, yüksek oranda poröz olan başlangıç çürük yapılarının düşük viskoziteli rezinler ile kapatılmasını içermektedirler ve nüfus etme, maskeleme, kapatma, doldurma, doyurma, girişimsel olmayan veya aşırı konservatif teknikler gibi farklı şekillerde isimlendirilmişlerdir (146-149).

Yapılan histolojik çalışmalara göre, erken mine lezyonlarının farklı tabakalarında mikroporözite artışı görülür. Bu poröz alanların, kinolin ve su gibi sıvıları sünger gibi içine çekebildiği bilinmektedir. Ayrıca, bu küçük poröz açıklıklar ve genişlemiş interkristalin alanlar; asitler ve çözünmüş mineraller için yayılma yolları olarak davranmaktadırlar. Bu fikirden yola çıkarak, yeni başlayan lezyonların tamamen uzaklaştırılması yerine, poröz yapının düşük viskoziteli rezinlerle doldurulması, sadece mikroporöz yapıyı azaltmayacak, aynı zamanda diş dokusunu da mekaniksel olarak desteklemiş olacaktır (11).

Ayrıca, fissür örtücü olarak kullanılan rezinlerden farklı olarak, çürük doldurma tekniğinde uygulanan rezin, başlangıç çürüğünün üzerini bir şapka gibi örtmeyip, kapiller hareket ile çürük lezyonunun içinde bir bariyer oluşturur ve mine yapısını böylece güçlendirir. Bu sayede, mine yüzeyinin kırılması ve kavitasyon oluşması engellenmiş olur. Resin doldurucunun penetrasyon değerinin yüksek olması, mine dokusundaki lezyonun sünger gibi davranarak doldurucuyu porlarına çekmesini ve tamamen dolmasını sağlar. Bu sayede, organik asitlerin lezyona yayılmasını önleyerek, çürüğün ilerlemesini engellediği kabul edilmektedir (150,151).

Düşük viskoziteli rezinlerin "çürük doldurma" amacıyla kullanıldığı çeşitli in-vivo ve in-vitro çalışmaların sonuçlarına dayanarak, 2009 yılında Berlin'deki Charité Üniversite Hastanesi ve Kiel Üniversitesi işbirliği ile DMG Firması tarafından önce Amerika'da daha sonra tüm dünyada piyasaya sürülen ICON isimli materyal bu amaçla kullanılmaya başlamıştır.

İnfiltrantlar, lezyon gövdesinin kapiller yapısı içine hızlı bir şekilde penetre olabilen yapıda geliştirilmiş, ışıkla sertleşen rezin materyallerdir. Bu materyallerin

viskoziteleri düşük, mineyle olan kontakt açıları dar ve yüzey gerilimleri yüksektir (152).

Daha önce de bahsedildiği gibi %1 por hacmine sahip hipermineralize yüzeysel tabaka, ortalama 40  $\mu\text{m}$  kalınlığındadır ve topikal florür gibi ajanların çürüğün alt tabakalarına iletilmesini engellemektedir. Dolayısıyla, rezinlerin mine çürüğünün diğer tabakalarına ilerlemesini engelleyen bir bariyer gibi davranır. Bu nedenle bu tabaka uzaklaştırılmalıdır (11).

Bu amaçla, hidroklorik asit (%15 HCL) ve ortofosforik asit kullanılmış ve mine lezyonlarının yüzeysel tabakasının kaldırılması için HCL asitin 120 sn boyunca uygulanmasının, %37'lik ortofosforik asit jel uygulamasından daha üstün olduğu saptanmıştır (153,154). Mineye mikroabrazyon uygulamasının aksine, bu teknikle sadece 30-40  $\mu\text{m}$  aşındırma yapılır. Bu teknik ile sağlam ve demineralize minenin aşınması aynı orandadır, çünkü herhangi bir baskı uygulanmamaktadır (11,154).

Rezin infiltrasyon tekniğinin temel prensibi, asitler ve çözülmüş mineraller için yayılma yolu sağlayan mikroporözitelerin rezin ile tıkanması sayesinde, lezyonun ilerlemesinin engellenmesi esasına dayanır (155). En üst tabakadaki tıkama haricinde, altta kalan sıkışmış bakterilerin çürük sürecini tetikleyebileceği ileri sürülse de, düzgün bir biçimde tıkama sağlanan kavitelerde bakterilerin zararlı olmadığına dair görüşler vardır (156).

#### **Rezin infiltrasyon tekniğinde kullanılan rezinden beklenen özellikler**

- Hidrofilik olmalı,
- Yüzey gerilimi yüksek olmalı,
- Değim açısı dar olmalı,
- Viskozitesi düşük olmalı,
- Bakteriyostatik olmalı,
- Ağız içi dokularda toksik etki göstermemeli,
- Sıvı koşullarda polimerize olabilmeli,

- Ağız boşluğundaki mekaniksel ve kimyasal değişikliklere dirençli olmalı,
- Estetik olarak kabul edilebilir olmalı (11).

### **Rezin infiltrasyon tedavisinin endikasyonları**

Genellikle sabit ortodontik tedavi gören hastaların braketleri çevresinde ve ağız hijyeni iyi olmayan hastaların plağı etkili olarak uzaklaştıramaması sonucu dişlerinin düz yüzeylerinde, gözlenen beyaz nokta lezyonlarının tedavisinde etkili olarak kullanılan bir yöntemdir (11,157).

Aproksimal yüzeylerde uygulanacak mikroinvaziv tedaviye; çürüğün boyutları, mikrokavitasyon varlığı ve bu bölgede plak oluşum sıklığına göre karar verilir. Düzenli diş muayenelerinin ve çürük risk değerlendirmelerinin yapılması gibi hastayla ilgili faktörler de tedavi kararını etkiler (11).

Sonuç olarak, gözle görülebilecek kadar kavitasyon oluşmamış, mineyle sınırlı çürük lezyonlarda girişimsel tedaviler çok nadir tercih edilir. Rezin infiltrant ile sadece mikrokaviteler doldurulabilir. Bu nedenle, dentinin üst 1/3'ünü geçmiş lezyonlarda gözle görülebilir kavitasyon oluşacağından, bu tedavi uygun değildir. Özellikle çocuklar, genç yetişkinler ve ağız hijyeni motivasyonu eksik olan kişilerde görülen mine çürüğünün ilerlemesi, başlangıç aşamasında durdurulur. Rezin infiltrasyon yöntemi, lezyonun dentine ilerlemesini yavaşlatır ya da önler (153).

### **ICON infiltrant (DMG, Hamburg, Almanya)**

Icon aproksimal ve vestibuler bölgelerdeki çürük lezyonların mikroinvaziv tedavisi için geliştirilmiş bir üründür.

### **ICON içeriği**

- ICON-etch: Hidroklorik asit, Projenik silisik asit, Yüzey aktif maddesi
- ICON-Dry: %99 etanol
- ICON-Infiltrant: Metakrilat esaslı rezin matris (Trietilen diglisidil metakrilat- TEDGMA), Başlatıcı, İlave materyaller



**ICON saklama koşulları**

Oda sıcaklığını aşmayacak şekilde 25°C/ 77° F sıcaklıkta muhafaza edilmelidir.

Uygulama alanlarına göre iki ürün çeşidi bulunmaktadır;

**Aproksimal alanlarda ve vestibuler düz yüzeylerde rezin infiltrant uygulaması**

Uygulamaya başlamadan önce etkilenmiş ve komşu dişlere profesyonel profeksi uygulanır ve artıklar uzaklaştırılır. Sonrasında termoplastik olmayan rubber dam uygulanır. Aproksimal bölgeye göre tasarlanmış uygulama ucunun buraya ulaşabilmesi için dişler, setin içerisinde bulunan plastik kamaların orta şiddette kuvvetle uygulanmasıyla 50µm civarında bir ayrılma gösteririler.

Setin içinde bulunan Icon-etch şırıngasına aproksimal uç vidalanır ve uygulama ucundaki şeffaf bant iki diş arasına yerleştirilir. Bu bandın yeşil kısmının uygulama yapılacak mine tarafına gelecek şekilde yerleştirilmiş olmasına dikkat edilmelidir. Çünkü sadece bu alandan asit uygulanır. Vestibuler bölgelere HCL asit uygulaması için ise farklı bir uç takılır. Şırınga mili 1.5- 2 tur döndürülerek HCL asitin lezyona yeterli miktarda uygulanması sağlanır ve 2 dk beklenir. Mine yüzeyi tebeşirimsi bir görünüm aldığından, pürüzlendirmeden sonra kesinlikle kontamine olmaması gerekir. Eğer aksi gerçekleşirse 10 sn süreyle aşama tekrarlanır. Uygulama ucunun dişler arasından ayrılmasıyla hızlı bir şekilde su ile 30 sn süreyle yıkanır, sonrasında su ve yağ içermeyen hava spreyi ile kurutulur.

Setin içerisindeki Icon-dry şırıngasına uygulama kanülü vidalanır. Lezyon alanına şırıngadaki etanolün yaklaşık yarı miktarı uygulanarak 30 saniye boyunca beklenir. Su ve yağ içermeyen havayla kurutulur.

Daha sonra, aproksimal uç Icon-infiltrant şırıngasına vidalanır ve dişler arasına uygulama bandı yeşil kısım lezyon tarafına gelecek şekilde yerleştirilir. Vestibuler bölgelere rezin infiltrant uygulaması için ise farklı bir uç takılır. Lezyon alanına şırınga milinin 1.5 - 2 tur döndürülerek rezin infiltrantın yeterli miktarda uygulanması sağlanır. Aproksimal yüzeyler için 3 dk beklenirken, vestibuler

yüzeylerde rezin infiltrantın daha iyi penetre olması için, uç 3 dk boyunca diş yüzeyine dairesel hareketlerle uygulanır. Aproksimal bölgedeki, uygulama bandı dişler arasından uzaklaştırılır ve artık materyaller diş ipi yardımıyla temizlenir. Resin infiltrant, 40 sn süreyle ışıkla polimerize edilir. Işık cihazının dalga boyunun en az 450 nm ve ışık yoğunluğunun en az 800mW/cm<sup>2</sup> olarak sabit değerlerde tutulması önerilir. Yeni bir uç, rezin infiltrant şırıngasına vidalanır ve ikinci kez materyal uygulanır. Materyalin porlara infiltre olması için 1 dk beklenir ve yine 40 sn ışıkla polimerize edilir.

Rubberdam ve kama uzaklaştırılır, ince grenli polisaj bantları ve arayüz zımparaları kullanılarak yüzey bitirme işlemi yapılır (11).

#### **Resin infiltrasyon tekniğinin avantajları**

- Demineralize mineyi mekanik olarak destekler,
- Düz sert alanları korur,
- Yüzeysel mikroporözitelerin ve boşlukların sürekli olarak tıkanıklığını sağlar,
- Derin demineralize alanlardaki porların tıkanmasını sağlar,
- Lezyonun ilerlemesini engeller,
- Sekonder çürük riskini azaltır,
- Girişimsel müdahale gereksinim süresini geciktirir,
- Uygulama sonrası pulpa inflamasyonu ve buna bağlı oluşan postoperatif hassasiyet riski yoktur,
- Gingivitis ve periodontitise neden olmaz,
- Demineralize olmuş labial yüzeylerde kullanımı sonucunda, beyaz opak lezyon görünümünü maskeler,
- Hastalar tarafından kolay kabul edilebilir bir yöntemdir (11,158).

Tedavi planması yaparken, ilerlemiş ve remineralize lezyon arasındaki farkı ayırt etmek için ayrıntılı klinik risk değerlendirmeleri yapılmalıdır. Koruyucu diş hekimliğinde rezin infiltrasyon uygulamaları, ilerleme riski yüksek olan başlangıç çürüklerinin tedavisinde uygun görülmektedir. Böylelikle sağlam diş dokusunun feda edilmesi ertelenmiş olur. Ayrıca, rezin infiltrantlar, geleneksel rezin tedavi yöntemleriyle beraber uygulandığında, diş sert dokularını korumaya yardımcı olurlar (158).

## 2.6. Renk ve Renk Ölçüm Yöntemleri

Rengin ne olduğunun anlaşılması için, öncelikle ışığın tanımlanması gerekir. Işık 360-760 nm arasında dalga boyuna sahip, insan beyni tarafından algılanabilen elektromanyetik bir enerjidir. Objeler, üzerlerine düşen ışık dalgalarını absorbe ederek, rengini belirleyen dalgaları yansıtırlar. Diş tarafından yansıtılan ışık dalgaları göze ulaşır ve beyne giden sinyaller aracılığıyla renk algılanır. Algılanan renk; ışık şartları, zeminin etkisi, iki göz arasındaki farklılık, göz yorgunluğu, renk algılaması ve diğer psikolojik etkenleri içeren pek çok faktörden etkilenir. Bu fiziksel şartların dışında, her gözlemci kendi deneyimine dayanarak, rengi farklı yorumlar. Rengin algılanması için ışık, obje ve gözlemci arasında bir etkileşim olması gerekir (159,160).

Diş Hekimliğinde Munsell ve CIE L\*a\*b\* (Commission Internationale de l'Eclairage L\*a\*b\*) en çok kullanılan renk sistemleridir (159).

Munsell renk sistemi; 1905 yılında Albert H. Munsell tarafından geliştirilen en eski renk sistemidir ve sonradan değişik versiyonları yapılmıştır. Munsell renk sistemindeki koordinatlar; renk tonunu (Hue), yoğunluğu (Chroma) ve parlaklığı (Value) gösterir (161,162).

Hue, algılanan ışığın dalga boyudur. Value, rengin açıklık veya koyuluğudur. Value değeri düşük olan bir diş, gri ve devitaldir. Value, diş rengi seçiminde en önemli faktördür. En yüksek değer olan 10, beyazı; en düşük değer olan 0, siyahı temsil eder (163). Chroma, rengin doygunluk derecesidir ve rengin yoğunluğunu tanımlar (161,163).

1956 yılında ise Vita Zahnfabrik tarafından renk ölçeği tanıtıldı. Vita Klasik Renk Ölçeği en popüler olanıdır. Bu sistem, renk tonuna göre ve grup içinde artan renk yoğunluğuna göre 16 sekmeden oluşmaktadır. Hue değerleri; A= Turuncu, B= Sarı, C= Sarı/Gri, D= Turuncu/Gri gibi harflerle tanımlanırken, chroma ve value değerleri; 1= En az yoğunluk, en yüksek değer, 4= En çok yoğunluk, en düşük değer şeklinde ifade edilmektedir (Şekil 2.6.1) (164).

VİTA KLASİK RENK SKALASI	B1	A1	B2	D1	A2	D2	C2	D3	A3	D4	B3	A3.5	B4	C4	A4	C4
SAYISAL DEĞERLER	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

**Şekil 2.6.1.** Vita klasik renk ölçeği

Diğer bir renk sistemi olan CIE ile ilk olarak renk tanımlaması 1931'de yapılmıştır. Bu sistem yıllar içerisinde geliştirilmesine rağmen, prensipleri değişmeden bugüne kadar gelmiştir (162) . CIE renk sistemi, uluslararası aydınlatma komisyonu tarafından en son 1967 yılında tanımlanan ve yaygın olarak kullanılan sistemdir (165).

CIE sisteminde X, Y ve Z olmak üzere 3 parametre kullanılır. Bu parametreler, üç ana rengin (kırmızı, yeşil, mavi) algılanmasını sağlayan sinirlerin, beyne yolladıkları uyarıların toplamıdır. Her üç uyarının, toplam uyarı miktarına olan oranı rengi tanımlar. X, Y ve Z değerlerinin toplamı, rengin görsel algılanma değerlerinin toplamına eşittir. Bu toplam değer içinde kırmızının algılanma oranı,  $x = X/X+Y+Z$ , yeşilin algılanma oranı,  $y = Y/X+Y+Z$ , mavinin algılanma oranı  $z = Z/X+Y+Z$ 'dir ve  $x+y+z=1$ 'dir. x, y ve z değerleri 0 ile 1 arasındadır.  $x=y=z=1/3$  noktası teorik olarak beyazdır. Bu noktadan uzaklaştıkça renklerin doymuşluğu artar (166).

Başka bir CIE renk sisteminde ise  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  olmak üzere üç parametre kullanılır ve X,Y ve Z değerleri kullanılarak hesaplanır. CIE  $L^*a^*b^*$  renk uzayı düzenli bir yapıya sahiptir. Bu üç boyutlu renk uzayında farklı eksenler kesişir. Bu eksenler L, a ve b eksenleridir (159).

L\* eksenini, rengin açık veya koyu olduğunu veya parlaklığını belirten parametredir. Bir cismin renginin, beyaz (+) ve siyah (-) arasındaki açıklık-koyuluk koordinatlarını gösterir. Skalada siyaha en yakın L\* değeri 0, beyaza en yakın L\* değeri ise 100'dür.

a\* yatay eksenini, herhangi bir cismin kırmızı (+) ile yeşil (-) arasındaki kroma koordinatlarını gösterir. Eğer, bu değer pozitif ise kırmızılığı, negatif ise yeşilliği temsil eder.

b\* yatay eksenini, bir cismin sarı (+) ile mavi (-) arasındaki kroma koordinatlarını gösterir. Değer arttıkça sarı renge, azaldıkça mavi renge yaklaşılır. a\* ve b\* koordinatları nötral renklerde 0'a yaklaşırken, daha doygun ve yoğun renklerde koordinatların değerleri artar (159,162,167,168).

CIE L\*a\*b\* renk sisteminin avantajı; küçük renk değişikliklerini belirleyebilmesidir. Renk değişiminin derecesi ise  $\Delta E$  ile ifade edilir ve hesaplanmasında şu formül kullanılır:  $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$  (159). Bu formüldeki  $\Delta L$ ,  $\Delta a$  ve  $\Delta b$  değerleri; iki örneğin ya da iki farklı ölçümün, L\*a\*b\* değerleri arasındaki farkı gösterir.

Renkle ilgili yapılan çalışmalarda, klinik olarak renk değişim değerlerinin kabul edilemez sınırı, çoğu araştırmacı tarafından farklı tanımlanmıştır (1-3.7  $\Delta E$ ) (160,162,167,169-172). O'Brien (159) renk değişiminin 3.5  $\Delta E$  birime kadar klinik olarak kabul edilebilir olduğunu bildirmiştir. O'Brien'in klinik olarak renk eşlemesi yaptığı çizelge şekil 2.6.2 'de gösterilmektedir. National Bureau of Standards tarafından belirlenmiş olan NBS kriterleri ve renk değişim miktarının klinik eşlemesi ise şekil 2.6.3 'de gösterilmiştir.

O'Brien'in klinik olarak renk eşleşmesi	
$\Delta E$	Klinik renk eşleşmesi
0	Mükemmel
0,5-1,5	Çok iyi
1-2	İyi
2-3,5	Klinik olarak kabul edilebilir
3,5>	Uyumsuz

**Şekil 2.6.2.** O'Brien'in klinik olarak renk eşleşmesi (159)

NBS Kriterleri		
$\Delta E$	NBS Birim Renk Değişimin Belirtisi	
0-0,5	Çok az:	Oldukça az değişim
0,5-1,5	Az:	Az değişim
1,5-3	Belirlenebilir:	Algılanabilir değişim
3-6	Farkedilebilir:	Belirgin değişim
6-12	Fazla Değişim:	Oldukça belirgin
12 ve üzeri	Çok Fazla Değişim:	Başka bir renk

**Şekil 2.6.3.** NBS kriterleri (159)

Renk seçimi; çıplak göz ile veya çeşitli renk ölçüm cihazları kullanılarak yapılabilir. Rutin olarak dental restoratif materyallerin renk seçimi, “renk skalaları” yardımıyla yapılmaktadır (160,171). Ancak bu sistem çok güvenilir değildir. Çünkü bu sistem görsel bir algılama olup tamamen subjektiftir. Renk seçiminde kullanılan ışığın türü, klinisyenin deneyimi, yaşı ve gözün sürekli aynı uyarandan uyarılması sonucu oluşan göz yorgunluğu, renk körlüğü gibi etkenler hatalı renk seçimine sebep olabilir (173). Renk seçimi, farklı diş hekimleri arasında farklılıklar gösterdiği gibi, aynı diş hekiminin farklı zamanlarda aynı rengi farklı algıladığı da bildirilmiştir (174,175).

Renk belirlemek için ölçüm cihazlarının kullanımı ile sayısal olarak ifade edilebilen, daha objektif ve hızlı ölçümler yapılabildiğinden, göz ile yapılan renk

seçimine kıyasla potansiyel bir avantaj sağlanmaktadır (163). Renk ölçümü için günümüzde kullanılmakta olan cihazlar; kalorimetreler, spektrometreler, spektrofotometreler ve dijital fotoğraf makineleridir (164).

### **Spektrofotometre**

Spektrofotometreler, genellikle yüzey renklerinin ölçülmesi için kullanılırlar. İçerisinde monokromatör, dedektör ve ışık kaynağı bulunur. Çoklu sensör prensibiyle çalışırlar. Birçok dalga boyunda ölçüm yapabilen sensörlerle donatılmışlardır. Bu sensörler sayesinde, insan gözünün tespit edemeyeceği renkleri algılayabilirler. Çalışma prensipleri; örnekten yansıyan ışığın, beyaz bir yüzeyden yansıyan ışığa oranının ölçülmesi işlemine dayanmaktadır. Metamerizmi (bir cismin renginin ışık kaynağına bağlı olarak farklı görünmesi olgusu) ayırt edebilmek amacıyla da kullanılabilirler. Güneş ışığı, ampul ışığı ve floresan ışıkta farklı ölçüm değerleri verebilmektedir. Bu nedenle spektrofotometreler daha profesyonel alanlarda, bilimsel çalışmalarda, kalite kontrolünde ve rengin tarif edilmesinde kullanılmaktadırlar (176).

Diş hekimliğinde ise; spektrofotometreler; dişlerin, restoratif rezinlerin, tam protez dişlerinin, porselen restorasyonların, renk skalalarının renklerinin sayısal karşılıklarını bulmak ve renkli iki cismin arasındaki renk farkını değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır (177,178).

VITA Easyshade Compact (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya), yüzey renk ölçümü için klinikte kullanılan bir spektrofotometre cihazıdır. İki parçadan oluşan cihazın el ile kontrol edilen parçasında yaklaşık 5 mm çapında bir ölçüm ucu bulunmaktadır. Ölçüm yapılırken, bu uç örneğe (diş yüzeyine) tam dik olacak şekilde tutulur. Sonuçlar; Vita Klasik, Vita 3D-Master skalası ve ayrıca CIE L\*a\*b\* renk sistemine uygun olarak elde edilir. Güneş ışığı, ampul ışığı ve floresan ışıkta farklı ölçüm değerleri verdiği için, rengin belirlenmesi sırasında standart koşullar sağlanmalıdır (178).

## 2.7. Yüzey Sertliği ve Sertlik Ölçüm Yöntemleri

Maddelerin kütleli özelliklerini incelemek için, çok sayıda laboratuvar testi vardır. Cisimlerin mekanik özelliklerinin tespit edilmesinde, yaygın olarak sertlik ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır. Sertlik, bir maddenin uygulanan kuvvet sonucu plastik bozulmaya karşı direnç gösterebilme yeteneğidir ve cismin kristal yapısıyla ilgili bir özelliktir (179,180). Maddenin sertliğini etkileyen özellikler; dövülebilirlik, dayanıklılık, çekilebilirlik, aşınma ve kesilmeye karşı olan dirençtir (181).

Ağız ortamıyla temasta olan materyallerdeki değişimin değerlendirilmesi için, yüzey özellikleri belirleyici faktördür ve yüzey sertlik testleri, diş hekimliğinde sıklıkla kullanılan önemli testlerdir. Bu test yardımıyla diş dokusunun mineralizasyon derecesi belirlenebilir. Farklı tedavilerden sonra mine-dentin dokusunun remineralizasyon yeteneğinin değerlendirilmesi için belirli bir mesafe ve zaman aralığında, kuvvet uygulanarak önemli veriler elde edilmektedir (180,181).

Diş hekimliğinde sıklıkla kullanılan sertlik ölçüm yöntemleri; Brinell, Vickers, Knoop, Rockwell ve Shore A testleridir. Bu testlerin hepsi önceden belirlenmiş kuvvetin, cihaza bağlı bir uç yardımı ile incelenecek yüzeye penetrasyonu esasına dayanır. Cismin sertlik değeri, uygulanan kuvvetin alana bölünmesiyle elde edilir. Bu yöntemlerden hangisinin seçileceğini, test edilecek materyalin özellikleri belirlemektedir (179).

### 1. Brinell sertlik testi

Sertlik testlerinin içinde en eski olanı, Brinell sertlik testidir. Daha çok metallerin ve alaşımların sertliğinin belirlenmesinde kullanılır. Elastik özellik gösteren ve kırılğan materyallerin sertliğinin saptanması için uygun bir yöntem değildir (182-184). Cihaz, 1.6 mm çapında çelik veya tungsten karbitten oluşan yuvarlak bir uca sahiptir. Bu uç ile, materyal yüzeyine 30 saniye boyunca 123 Newtonluk bir kuvvet uygulanarak, yüzeyde yuvarlak bir iz oluşturulur. Materyalin sertliği, oluşan yuvarlak iz çapı ölçülerek belirlenir (182,183). Geniş yüzeye sahip materyallerin ortalama sertlik değerinin belirlenmesinde en uygun yöntemdir. Ancak, bu cihaz ile dar alanlarda sertliği saptamak mümkün değildir. Birimi BHN



(Brinell Hardness Number)'dir (168).

## 2. Rockwell sertlik testi

Rockwell sertlik ölçüm yönteminde, çelik toplar veya koniler kullanılır. Sertlik değerinin belirlenmesi, materyal üzerinde oluşturulan izin derinliğinin ölçülmesi ile yapılmaktadır (182,184). Viskoelastik materyallerin sertlik analizinde güvenilir bir yöntemdir. Ancak, yöntem çok uzun zaman almaktadır ve materyal üzerine uygulanan kuvvet ortadan kaldırıldığında, oluşan izin kaybolma riski mevcuttur (168). Birimi bir harf ve sayı ile ifade edilir (örneğin M105). Harf, uç ile belirlenen yönü ifade ederken; sayı, sertlik değerini vermektedir (185).

## 3. Shore A sertlik testi

Yumuşak materyallerin sertlik ölçümü, metal veya polimerlerde kullanılan tekniklerle yapılamaz; çünkü ölçüm yapan ucun oluşturduğu deformasyon, test edilen materyalin esnek olması nedeniyle, tekrar eski haline dönmektedir. Bu nedenle Shore A sertlik testi, kauçuk ve yumuşak plastiklerin sertlik tayininde kullanılır. Shore A değerleri, "0" ile "100" arasında değişir. Değerin "100" olması ölçüm esnasında materyalin yüzeyine hiçbir penetrasyon olmadığını gösterirken, "0" olması ise tam penetrasyonu belirtmektedir (168,182,186,187).

## 4. Vickers sertlik testi (elmas piramit sertlik testi)

Vickers sertlik ölçme yönteminde  $136^\circ$  açılı, tabanı kare, piramit şekilli bir elmas uç kullanılır. Piramit şeklindeki uç, 0.025 ile 120 kg arasında değişen bir kuvvet ile materyal yüzeyine batırılır ve yük kaldırıldıktan sonra kare veya piramit şeklinde bir çentik meydana gelir (şekil 2.7.1). Cihaza ilave edilmiş bir mikroskop ekranındaki hareketli iki cetvel yardımıyla, piramidin köşegen uzunlukları ayrı ayrı ölçülür ve  $d = (d_1 + d_2)/2$  formülü ile hesaplanarak materyalin sertliği bulunur. (168,182,185). Dar alanların sertlik tespitinde güvenilir bir yöntemdir. Birimi VHN (Vickers Hardness Number)'dir (168,182). VHN, kg olarak ifade edilen deney yükünün,  $\text{mm}^2$  olarak ifade edilen iz alanına bölümüdür ve

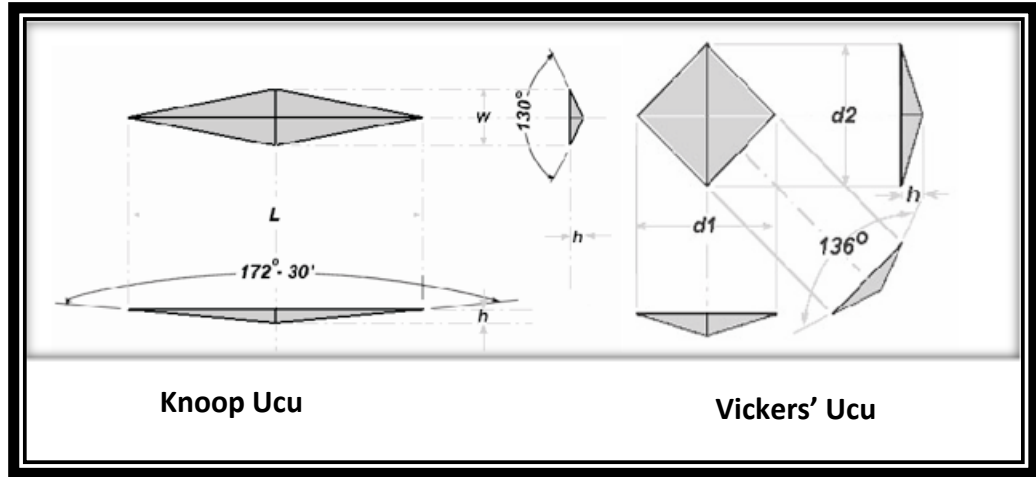
$VHN \left( \frac{kgf}{mm^2} \right) = (1,8544F)/d^2$  bağıntısıyla bulunur. Bu yöntem daha çok diş dokusu, metal ve alaşımların sertlik ölçümü amacıyla kullanılır (185).

### 5. Knoop sertlik testi

Knoop sertlik testinde, genel olarak 10-1000 kg arasında değişen yükler kullanılır. Knoop sertlik değerinin ölçülmesinde kullanılan uç, Vickers testinde kullanılan uca benzemektedir. Tek fark, köşegenlerden birinin diğerinden 7 kat daha uzun olmasıdır (Şekil 2.7.1). Bu piramit ucun tepe açısı  $172^{\circ}$ 'dir. Ayrıca, bu ucun batma derinliği büyük köşegen uzunluğunun  $1/30$ 'u kadardır. Sertlik ölçümünde ise uzun olan köşegen göz önünde bulundurulmaktadır (168,182).

Bu yöntemin en önemli dezavantajları; örneklerin mükemmel bir şekilde polisajlanmış olması gerekliliği ve testin uzun sürmesidir. Birimi KHN (Knoop Hardness Number)'dir. Knoop sertlik değeri; uygulama sonucu oluşan izin uzun köşegen uzunluğunun, uygulanan yükün iz alanına bölünmesiyle elde edilir.

Ya da knoop sertlik değeri;  $KHN = \frac{14,2F}{l^2}$  formülü ile elde edilir. Burada  $F$  uygulana yük,  $l$  ise uzun köşegen uzunluğunu göstermektedir (168,185).



Şekil 2.7.1. Knoop ve Vickers' uçları (188)

### 2.8. Rezin İnfiltrantın Penetrasyonunun Değerlendirilme Yöntemleri

Son yıllarda, çürük önleyici materyallerin başlangıç çürük lezyonlarına etkisi

farklı yöntemlerin kullanılması ile araştırılmaktadır. Diş dokularının mineral yapılarında ve lezyon derinliklerinde meydana gelen değişiklikler iyot geçirgenlik testi, polarize ışık mikroskobu, konfokal lazer tarama mikroskobu (CLSM), mikrosertlik, mikroradyografi, kantitatif ışık etkili floresans (QLF) yöntemi, enerji yayımlı X-ışını spektroskopisi (EDS), transmisyon elektron mikroskobu (TEM) ve tarama elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak değerlendirilmektedir (45).

Rezin infiltrantın, başlangıç çürük lezyonlarına penetrasyonu pek çok farklı gözlem tekniği kullanılarak incelenmiştir. Genellikle araştırmacılar, rezin infiltrantın penetrasyonunun değerlendirilmesi için; tarama elektron mikroskobu ve transversal mikroradyografiyi tercih etmektedirler. SEM ile görüntü elde etmek için, örneklere uygulanan hassas kurutma yöntemlerinin oluşturduğu büzülme artefaktı, rezinin penetrasyon derinliği hakkında net ölçümlerin elde edilmesini engeller(189,190). Transversal mikroradyografi de rezin infiltrantın görüntüleme seçenekleri arasında yer alan, lezyon derinliği ve mineral içeriğinin belirlenmesinde altın standart olarak kabul edilen bir yöntemdir. Ancak, rezin materyalinin radyoopasitesinin yetersiz olmasından dolayı, rezinin penetrasyon derinliği tam olarak belirlenemeyebilir (190). Son dönemlerde bazı araştırmacılar; polimerlerin boyanması yöntemiyle; ya gözle (12) ya da polarize ışık mikroskobu (146) ile rezinin penetrasyonunu değerlendirmişlerdir. Konfokal lazer tarama mikroskobu (CLSM), bu amaçla son zamanlarda sıklıkla kullanılan bir yöntem haline gelmiştir (153,191,192).

### **2.8.1. Tarama Elektron Mikroskobu (SEM)**

Mine yüzeyinin topografik yapısını ve meydana gelen değişikliklerin detaylı olarak incelenmesini sağlayan tarama elektron mikroskobu (SEM), ilk kez 1965 yılında kullanılmıştır. SEM’de görüntü; yüksek voltaj ile hızlandırılmış elektronların örnek üzerine odaklanması, bu elektron demetinin örnek yüzeyinde taratılması sırasında, elektron ve örneğe ait atomlar arasında oluşan etkileşimin uygun algılayıcılarda toplanması ve sinyal güçlendiricilerinden geçirildikten sonra katot ışınları tüpünün ekrana aktarılmasıyla elde edilir. Modern sistemlerde bu algılayıcılardan gelen sinyaller dijital sinyallere çevrilip bilgisayar monitörüne aktarılmaktadır (54).

SEM ile seramik, metal, polimer, jeolojik malzemeler ve biyolojik numunelerin topografi, morfoloji, şekil, boyut, bileşim ve kristallografik yapıları hakkında bilgi elde edilir. Cihazda bulunan ikincil elektron görüntü (SE), geri yansıyan elektron görüntü (BSE) ve katodoluminesans (CL) dedektörleri ile yüksek çözünürlükte görüntüler elde edilmektedir. Kullanılan SE dedektörü ile topografik üç boyutlu görüntü, BSE dedektörü ile atomik kontrasta bağlı iki boyutlu görüntü sağlanmaktadır. Bu cihaz malzemelerin yapılarını mikro veya nano boyutta görüntüleyebilmektedir (193).

Cihazla beraber EDS sistemi ile belirlenmiş bir nokta, çizgi ve alan taraması ve seçilmiş alan X-ışın haritalanması yapılmakta ve bu bölgelerde kalitatif ve kantitatif analizler yapılabilmektedir. Yalıtkan numunelerin analizi için, numune hazırlamada kullanılmak üzere, yüksek vakumlu altın, palladyum, karbon kaplama cihazı mevcuttur. Ayrıca biyolojik örnekler için kritik nokta kurutucusu bulunmaktadır. Bu sayede, dokularda fizyolojik veya patolojik olarak, ya da deneysel yöntemlerle ortaya çıkan morfolojik değişikliklerin analizi yapılarak yorumlanabilmektedir (194).

Bu bilgiler ışında in-vitro olarak planlanan bu çalışmada, yapay olarak başlangıç düz yüzey çürüğü oluşturulmuş erişkin sığır ön dişlerinin minelerinde; ağartma işlemi uygulanmasından sonra, görünür beyaz opak alanların yeni bir yöntem olan rezin infiltrasyon uygulamasıyla maskelenmesinin ardından, diş yüzey yapısındaki fiziksel değişikliklerin ve kullanılan materyalin penetrasyon derinliğinin laboratuvar koşullarında değerlendirilmesi amaçlandı.

**Sıfır hipotezi 1;** Ağartma işlemi uygulaması demineralize olan minenin mikrosertliğini negatif yönde etkiler. Sonrasında uygulanan rezin infiltrant lezyon gövdesine penetre olarak dayanıklılık sağlar ve bu kaybı telafi eder.

**Sıfır hipotezi 2;** Resin infiltrasyon işlemi öncesi, dişlere ağartma işlemi uygulaması klinik olarak anlamlı bir renk değişimine neden olur. Ağartma işlemi uygulanmış demineralize minelere, (kırılma indeksi sağlam diştten daha düşük olan) rezin infiltrant uygulaması sonucu; beyaz opak görüntü kaybolarak, dişler başlangıç renginden daha açık renkte görünür.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu tez çalışması , Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda *in vitro* koşullarda gerçekleştirildi. Çalışmada kullanılan yetişkin sığırların dişleri yerel bir kesimhaneden elde edildi. Sertlik ve renk ölçümleri Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Arge Laboratuvarında, örneklerin SEM ile görüntülenme işlemi Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Anabilim Dalı, Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezinin Elektron Mikroskopi Laboratuvarında gerçekleştirildi. Deneylerde kullanılan remineralizasyon ve demineralizasyon solüsyonları Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Analitik Kimya Anabilim Dalı'nda hazırlandı. Çalışmaya ait verilerin analizi Hacettepe Üniversitesi Biyoistatistik Anabilim Dalı'nda yapıldı.

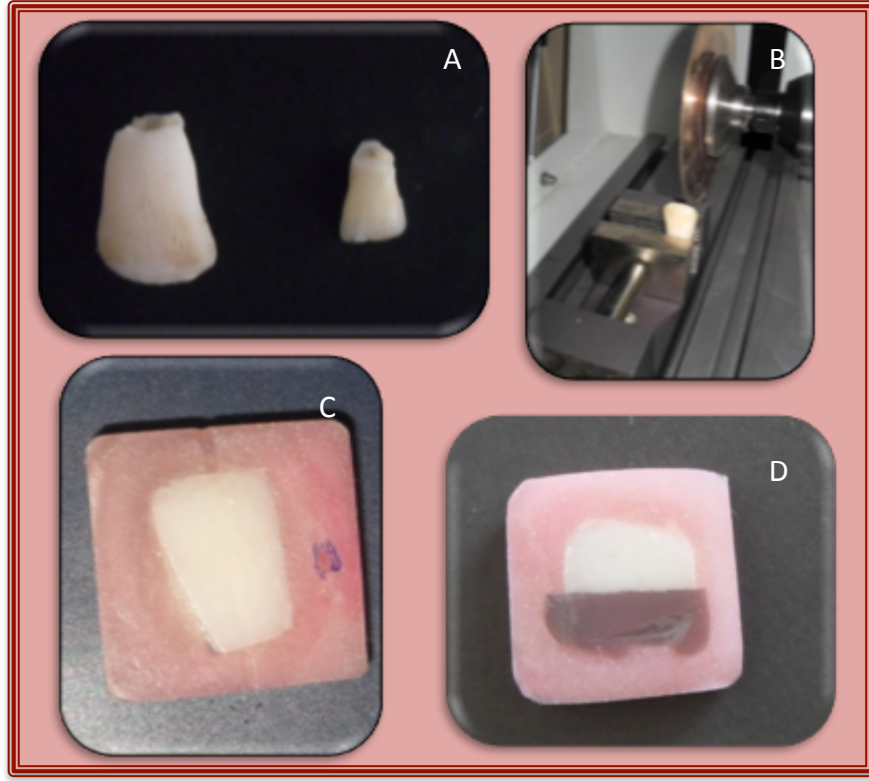
Çalışmada kullanılan materyaller Tablo 3.1.1 'de ve çalışma özeti Şekil 3.1.2 'de gösterilmektedir.

**Tablo3.1.1.** Araştırmada kullanılan materyaller

Materyal (Üretici Firma)	Uygulama Tekniği	İçerik
<b>Icon Etch</b> (DMG, Hamburg, Almanya) Seri No: 644331	Demineralize mine yüzeyine 2dk boyunca uygulanır. 30 sn su ile yıkanarak uzaklaştırılır. 5 sn hafif hava ile kurutulur.	%15 HCL asit Projenik silisik asit Yüzey aktif maddesi
<b>Icon Dry</b> (DMG, Hamburg, Almanya) Seri No: X026	Pürüzlendirilmiş mine yüzeyine uygulanır. 30 sn beklendikten sonra, 5 sn hafif hava ile kurutulur.	%99 Etanol
<b>Icon Infiltrant</b> (DMG, Hamburg, Almanya) Seri No: X026	Rezin, örneklerin yüzeylerine 3dk boyunca dairesel sürtme hareketiyle uygulandıktan sonra, 5sn hafif hava uygulamasıyla çözücü uzaklaştırılır ve 40 sn ışık ile polimerize edilir.	Metakrilat esaslı rezin matriks (Trietilen diglisidil metakrilat-TEDGMA) Başlatıcı İlave materyaller
<b>Opelescence Boost</b> (Ultradent , South Jordan, UT, ABD) Seri No: X026	Örnek yüzeylerine 0,5-1 mm kalınlığında jel uygulandıktan sonra 20 dk beklenir. 30 sn su ile yıkanarak uzaklaştırılır.	% 40 Hidrojen Peroksit

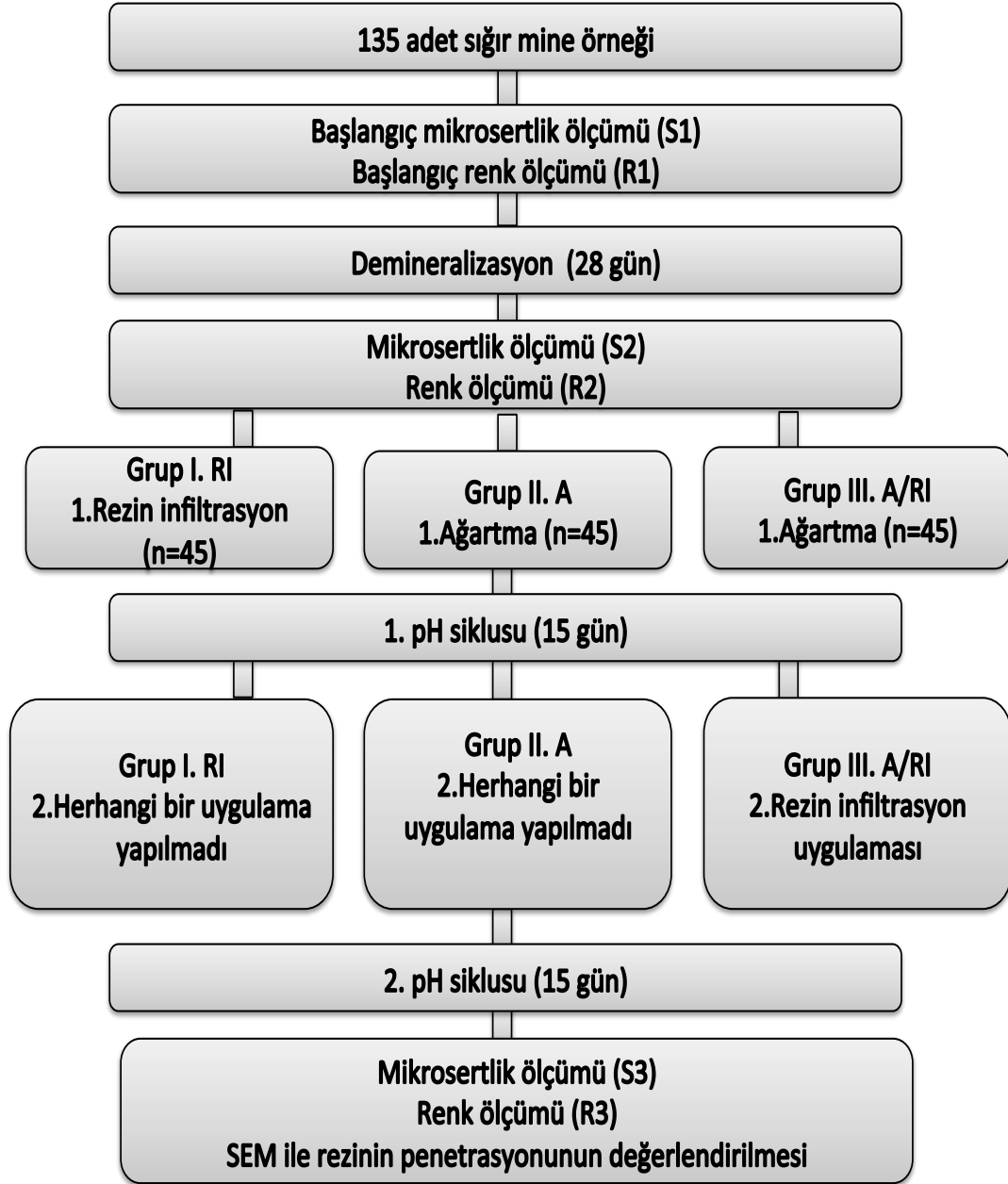
### 3.1. Dişlerin Seçilmesi Ve Örneklerin Hazırlanması

Bu çalışmada, ikincil dişlenme döneminde olan erişkin sığırların ön dişleri kullanıldı. Dişler, stereomikroskop ile (Olympus SZ 61, Olympus Corporation, Tokyo, Japonya) X20 büyütme altında incelenerek, çürük, çatlak ya da defektli olanlar çalışmaya dahil edilmedi. Dişlerin üzerindeki eklentiler ve doku artıkları el aletleri ile uzaklaştırıldıktan sonra, düşük turla çalışan mikromotor ile fırça ve pomza kullanılarak su altında temizlendi ve kullanılana kadar +4<sup>0</sup>C'de distile suda bekletildi. Hazırlanan 70 adet sığır dişinden; düşük hızda çalışan kesme cihazı (Isomet 4000 Buehler, Lake Bluff, ABD) yardımıyla, standart örnekler elde etmek için her dişin mezial ve distal alanlarının orta üçlülerinden yaklaşık olarak 5X4X4 mm boyutlarında 135 adet mine örneği hazırlandı. Dişlerin labial mine yüzeyleri yer düzlemine paralel ve polisaj yapılmasına imkan verecek kadar dışarıda kalacak şekilde soğuk akril (MelioDent Self Cure, Heraeus Kulzer, Hanau, Almanya) ile standart boyutlardaki kalıplara yerleştirildi. Örnekler, sırasıyla 1200, 2400 ve 4000 gritlik silikon karbit (SiC) disklerle mine dokusunun en dış tabakasındaki düzensiz kısmı uzaklaştırmak ( $\approx 0.1$  mm mine) ve düzgün bir yüzey elde etmek amacıyla Mecapol P230 Zımparalama ve Parlatma Cihazı (Presi, Grenoble, Fransa) kullanılarak zımparalandı. Minede beyaz nokta lezyonu oluşumunun görsel muayene ile değerlendirilebilmesi için; aside dirençli bir tırnak cilası (Salon Pro, Rimmel London, İngiltere) ile herbir örneğin bir yarısı kaplanarak, demineralize olması önlendi (Şekil 3.1.1). Örnekler hazırlandıktan sonra dehidratasyonu önlemek için deiyonize su içerisinde, +4<sup>0</sup>C'de buzdolabında bekletildi.



**Şekil 3.1.1.** Mine örneklerinin hazırlanması ve akril kalıba gömülmesi

A: Sığır keser dişi ile insan keser dişi arasındaki boyut farkını göstermek amacıyla çekilen fotoğraf, B: İzomet cihazı ile mine örneklerinin hazırlanması C: Akrilik kalıplara yerleştirilmiş örnekler, D: Aside dirençli tırnak cilası ile bir yarısı kaplanmış mine örneği.



Şekil 3.1.2. Çalışma özeti

### 3.2. Renk Ölçümleri

Renk değişiminin objektif ölçümü için, temas tipi dental spektrofotometre (VITA Easyshade Compact, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya) kullanıldı. Örneklerin renk ölçümü kontrollü ışık koşulları altındaki bir odada ve standart beyaz zemin üzerinde yapıldı. Cihaz her kullanımdan önce üretici firmanın önerileri doğrultusunda gövdesine yerleştirilmiş sabit seramik blok ile kalibre edildi.



Standardizasyon sağlamak için; ölçüm ucu kalibrasyon sırasında ve ölçüm yapılırken, dış yüzeyine ve seramik bloğa dik olacak şekilde tutuldu (Şekil 3.2.1).



**Şekil 3.2.1.** Mine örneklerinin renk ölçümleri

A: Spektrofotometre (VITA Easyshade Compact, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Almanya), B: Spektrofotometrenin kalibre edilmesi, C-D: Mine örneklerinin spektrofotometre ile renk ölçümleri.

Başlangıçta, demineralizasyon işlemi sonrası ve uygulamalar sonrasında aynı araştırmacı tarafından, her bir örneğin birbirinden bağımsız 3 ayrı noktasından, birbirini takip eden ölçümler yapıldı. Cihazın dijital ekranında görülen CIE L\*a\*b\* renk skorları kaydedildi. Ayrıca cihazda spektrofotometrik yansıma ile elde edilen Vita Klasik Renk değerlerine karşılık gelen sayısal değerler şekil 2.6.1’de gösterildiği şekilde belirlenerek, kaydedildi.

Örneklerde başlangıçtan, uygulamalar sonrasına kadar oluşan renk değişim değerleri ( $\Delta E$ ), aşağıda belirtilen formül kullanılarak Şekil 3.2.2 ’de anlatıldığı şekilde hesaplandı (193) Çalışmamızda  $\Delta E^* \geq 3,5$  klinik olarak kabul edilemez renk değişim sınırı olarak alındı (167,172) .

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$$

BAŞLANGIÇ	$L_1^* a_1^* b_1^*$	Demineralizasyon sonrası, başlangıca göre renk değişim değerlerinin hesaplanması $\Delta E_1^*$	Uygulamalar sonrası, başlangıca göre renk değişim değerlerinin hesaplanması $\Delta E_2^*$	Uygulamalar sonrası, demineralizasyon sonrasına göre renk değişim değerlerinin hesaplanması $\Delta E_3^*$
DEMİNERALİZASYON SONRASI	$L_2^* a_2^* b_2^*$	$\Delta L_1^* = L_2^* - L_1^*$	$\Delta L_2^* = L_3^* - L_1^*$	$\Delta L_3^* = L_3^* - L_2^*$
UYGULAMALAR SONRASI	$L_3^* a_3^* b_3^*$	$\Delta a_1^* = a_2^* - a_1^*$	$\Delta a_2^* = a_3^* - a_1^*$	$\Delta a_3^* = a_3^* - a_2^*$
		$\Delta b_1^* = b_2^* - b_1^*$	$\Delta b_2^* = b_3^* - b_1^*$	$\Delta b_3^* = b_3^* - b_2^*$
		$\Delta E_1^* = [(\Delta L_1^*)^2 + (\Delta a_1^*)^2 + (\Delta b_1^*)^2]^{1/2}$	$\Delta E_2^* = [(\Delta L_2^*)^2 + (\Delta a_2^*)^2 + (\Delta b_2^*)^2]^{1/2}$	$\Delta E_3^* = [(\Delta L_3^*)^2 + (\Delta a_3^*)^2 + (\Delta b_3^*)^2]^{1/2}$

**Şekil 3.2.2.** Örneklerin deneysel uygulamalar sonrası renk değişim değerlerinin hesaplanması

### 3.3. Mikrosertlik Ölçümleri

Mikrosertlik Test Cihazı (Shimadzu HVM-2, Tokyo, Japonya) ölçüm için kullanıldı. (Cihazın üzerinde bulunan dokunmatik panel yardımıyla test yükü 98,07 mN ile 19,914 N arasında, test süresi ise 5 ile 999 sn arasında değişen değerlerde ayarlanabilmektedir. Cihaz üzerinde X10 ve X40 büyütmede iki adet oküler bulunmaktadır. Cihazın, köşegen uzunluğundaki en küçük birimin 0,01  $\mu\text{m}$  olması günümüz standartlarında geçerli olan ölçüm hassasiyetini sağlamaktadır).

Mine yüzeylerinin mikrosertliği başlangıçta, demineralizasyon sonrasında ve uygulamalar sonrasında (ağartma işlemi sonrası, rezin infiltrasyon sonrası ve ağartma işlemi uygulanmış örneklerle rezin infiltrasyon uygulaması sonrası) ölçüldü (bkz. Şekil 3.1.2 ). Test cihazının düz yüzey modu ayarlandıktan sonra piramit şekilli elmas ucu ile mine üzerinde birbirinden en az 100 $\mu\text{m}$  aralıklı üç ayrı bölgeden 15 sn süre ile 50 gr (480.3 mN) yük altında oluşturulan penetrasyon girintisinin vertikal ve horizontal eksenleri X40 büyütmede ölçüldü (Şekil 3.3.1). Vickers sertlik değeri uygulanan yükün (F), oluşan izin alanına bölünmesiyle aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı.

$$VHN \left( \frac{kgf}{mm^2} \right) = (1,8544 \times F) / d^2$$

Yüzey mikrosertlik iyileşme oranı (SMHR- Surface MicroHardness Recovery) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı. ( $S$ = başlangıç sertlik değeri,  $S_1$ = demineralizasyon sonrası sertlik değeri,  $S_2$ = uygulamalar sonrası sertlik değeri)

$$SMHR \% = \frac{100(S_2 - S_1)}{S_1 - S}$$



**Şekil 3.3.1.** Mine yüzeylerinin mikrosertlik ölçümleri

A: Mikrosertlik test cihazı (Shimadzu HMV-2, Tokyo, Japonya), B-C: Mikrosertlik test cihazına yerleştirilmiş mine örneği, D: Piramit şekilli elmas ucun örnek yüzeyine penetrasyonu, E: Penetrasyon girintisinin vertikal ve horizontal eksenlerinin oküler yardımıyla ölçülmesi.

#### **3.4. Demineralizasyon Protokolü (Yapay Yüzeyaltı Çürük Lezyonu Oluşturma)**

Minede yapay yüzeyaltı çürük lezyonları oluşturmak için, örnekler 28 gün boyunca demineralizasyon solüsyonunda etüvde bekletildi (pH 4.95; 37 °C) (Tablo 3.4.1) (195). Her üç günde bir solüsyon yenilendi. Günlük pH ölçümleri yapılarak, eğer gerekli ise potasyum hidroksit ya da asetik asit solüsyonu ilave edilerek, pH değerleri sabit tutuldu (196). Mine yüzeylerinde demineralizasyon oluşumunu değerlendirmek için; örnek yüzeyinin bir yarısındaki tırnak cilası uzaklaştırılarak, dişler hava ile kurutulduktan sonra, görsel muayene ile beyaz opak görüntü tespit edildi (Şekil 3.4.1). Ayrıca, rastgele seçilen 10 örneğin yüzey mikrosertlik değerleri

ölçülerek, örneklerin demineralize olduğunu gösteren düşük mikrosertlik değerleri saptandı.



**Şekil 3.4.1.** Mine örneklerinin demineralizasyonu

A: Mine örneklerinin demineralizasyon solüsyonunda etüvde bekletilmesi, B-C: Demineralize olmuş örneklerin beyaz opak görüntüsü.

**Tablo 3.4.1.** Demineralizasyon solüsyonunun içeriği

Demineralizasyon Solüsyonunun İçeriği (BUSKES ve diğ.) (195)		
Konsantrasyon	İçerik	Miktar
3mM	$\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$	2205.00 mg
3mM	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	2040.00 $\mu\text{g}$
3mM	$\text{CH}_3\text{COOH}$	15.16 g
50mM	KOH pH=5	~47 ml
10M	(MHDP) $\text{CH}_2$	5.28 mg
6 $\mu\text{M}$	timol	çok az miktar
	$\text{H}_2\text{O}$	5 litre

### 3.5. Grup I. Rezin İnfiltrasyon Uygulanması

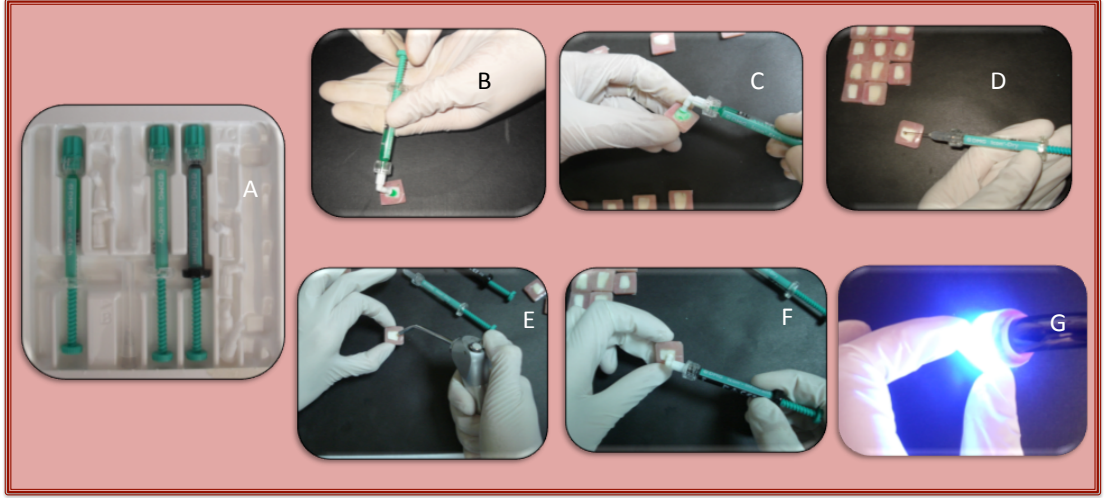
Bu çalışmada, rezin infiltrant (Icon, DMG, Hamburg, Almanya) üretici firmanın önerileri doğrultusunda uygulandı;

Icon-etch (ICON etch, DMG, Hamburg, Almanya) şırıngasına vestibuler uç vidalandı. Şırınga mili 1.5- 2 tur döndürülerek vestibuler uca doğru akan %15'lik HCl asit jel lezyon alanına uygulanarak, 2 dk beklendi. Ardından, asidin uzaklaştırılması için diş yüzeyleri 30 sn boyunca su ile yıkanarak, su ve yağ içermeyen hava spreyi ile kurutuldu.

Icon-dry (ICON Dry, DMG, Hamburg, Almanya) şırıngasına uygulama kanülü vidalandı. Lezyon alanına şırıngadaki % 99'luk etanolün yaklaşık yarı miktarı uygulanarak 30 saniye boyunca beklendi. Mine yüzeyi, su ve yağ içermeyen havayla kurutuldu.

Icon infiltrant (ICON infiltrant, DMG, Hamburg, Almanya) şırıngasına vestibuler uç vidalandı. Şırınga mili 1.5 - 2 tur döndürülerek, lezyon alanına rezin infiltrantın yeterli miktarda uygulanması sağlandı. Mine yüzeylerine dairesel sürtme hareketi ile 3 dk boyunca uygulanan rezinin penetre olması sağlandı. Rezinin fazlası hafif hava ile uzaklaştırıldıktan sonra, rezin infiltrant LED ışık cihazı (Hilux Ledmax 5, Benlioğlu Dental Inc, Ankara, Türkiye) kullanılarak 40 sn süre ile polimerize edildi. İkinci tabaka rezin infiltrant, 1 dk boyunca uygulandıktan sonra, 40 sn polimerize edildi.

Mine örneklerinin uygulama yüzeylerine düşük devirde çalışan mikromotor yardımıyla, su soğutması altında, polisaj diskleri ile (OptiDisc/Kerr, Bioggio, İsviçre) 40 sn boyunca yüzey bitirme işlemi yapıldı (Şekil 3.5.1).



**Şekil 3.5.1.** Rezin infiltrasyon uygulama basamakları

A: Rezin infiltrant seti, B-C: HCL asit uygulaması, D: Etil alkol uygulaması, E: Diş yüzeyinin hava-su spreji ile kurutulması, F: Rezin infiltrant uygulaması, G: Rezinin LED ışık cihazı ile polimerize edilmesi.

### 3.6. Grup II. Ağartma İşlemi Uygulanması

%40 Hidrojen Peroksit içeren ağartma ajanı (Opalescence Boost/Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, ABD) üretici firmanın önerileri doğrultusunda kullanıldı.

Opalescence Boost ağartma jeli hidrojen peroksit ve kimyasal aktivatör içeren iki ayrı tüp sistemden oluşmaktadır. İki kimyasal maddeyi karıştırmadan önce şırınga içeriğinin oda sıcaklığına gelmesi beklenildi. Aktive etmek için baş parmakları kullanarak kırmızı şırıngadaki kimyasal madde saydam şırıngaya itildi. Bu işlem ile iç piston membranını patlatıldı ve böylece aktivatör ve beyazlatıcı jel karıştırıldı. Hareket tersten yapıлып her tarafa 12-13 kez olmak üzere, jeller toplamda 25 kez hızla karıştırıldı. Karışmış kimyasal madde kırmızı şırıngaya itildi. Saydam şırınga çıkarılıp atıldı. Kırmızı şırıngaya Micro FX ucu çevirerek takıldı. Akışın düzgünlüğünün sağlanması için bir spançta materyalin akması kontrol edildi. Opalescence Boost jeli her bir örneğe 0,5 - 1,0 mm kalınlığında bir tabaka olacak şekilde mine yüzeyine uygulandı. 20 dk bekledikten sonra ağartma jeli rulo pamuk ile uzaklaştırılarak ikinci bir tabaka jel uygulandı ve 20 dk daha beklenildi. Ağartma jeli musluk suyu ile

uzaklaştırıldı ve hava spreyi ile kurutuldu (Şekil 3.6.1).



**Şekil 3.6.1.** Ağartma işlemi uygulanması

A-B: Ağartma jelinin karıştırılması, C-D: Mine yüzeylerine ağartma jelinin uygulanması.

### 3.7. Grup III. Ağartma İşlemi Sonrası Resin İnfiltrasyon Uygulanması

Grup II'de anlatıldığı şekilde ağartma işlemi uygulanan örnekler 2 hafta boyunca pH siklusuna tabi tutulduktan sonra, Grup I'de anlatıldığı şekilde resin infiltrant uygulaması yapıldı. Ardından örnekler, 2 hafta boyunca tekrar pH siklusuna tabi tutuldu. Örnekler toplamda diğer gruplarda da olduğu gibi, 4 hafta boyunca pH siklusuna tabi tutuldu.

### 3.8. Mine Örneklerine Ağız Ortamını Taklit Eden pH Döngüsünün Uygulanması

Ağız ortamındaki gün boyu değişen pH değişikliklerini taklit etmek amacıyla, Ten Cate ve diğ. (196) tarafından önerilen pH döngüsü kullanıldı. Çalışmamızda kullanılan demineralizasyon ve remineralizasyon solüsyonlarının içeriği sırasıyla

Tablo 3.4.1 ve Tablo 3.8.1 'de gösterilmektedir. Yapay tükürük, remineralizasyon solüsyonu olarak kullanıldı (197). Demineralizasyon ve remineralizasyon döngüleri Tablo 3.8.2 'de gösterilmektedir. Bu döngü, ağız içindeki asidik değişiklikleri taklit etmesi amacıyla günde 1 kez 2 saat demineralizasyon protokolünü içermektedir (198).

Tüm örnekler 3 ayrı cam kap içerisindeki demineralizasyon solüsyonuna 4 hafta boyunca hergün 11:00-13:00 saatleri arasında 2 saat boyunca tabi tutuldu. Demineralizasyon protokolünün bitiminde, örnekler distile su ile yıkanarak, hava su spreyi ile kurutuldu. Günün geri kalan saatleri boyunca örnekler, ayrı cam kaplardaki remineralizasyon solüsyonlarına tabi tutuldu. pH döngüsü boyunca vücut sıcaklığını taklit etmesi amacıyla örnekler etüvde (Dedeoğlu Ltd. Şti., Ankara, Türkiye) 37<sup>0</sup>C'de bekletildi. Toplamda 4 hafta olan pH döngüsü boyunca demineralizasyon ve remineralizasyon solüsyonları 3 günde bir yenilenerek kullanıldı.

**Tablo 3.8. 1.** Remineralizasyon solüsyonunun içeriği

<b>Remineralizasyon Solüsyonunun (Yapay Tükürük) İçeriği (Ten Cate ve diğ.)(196)</b>		
<b>Konsantrasyon</b>	<b>İçerik</b>	<b>Miktar</b>
<b>20mM</b>	<b>HEPES</b>	<b>11,92 g</b>
<b>1.5 mM</b>	<b>CaCl<sub>2</sub></b>	<b>416 mg</b>
<b>0.9 mM</b>	<b>KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub></b>	<b>391 mg</b>
<b>130mM</b>	<b>KCl</b>	<b>24.22 g</b>
<b>1mM</b>	<b>NaN<sub>3</sub></b>	<b>162.5 mg</b>
	<b>KOH</b>	<b>pH=7 olması için gereken miktar</b>
	<b>Distile H<sub>2</sub>O</b>	<b>2.5 litre</b>



**Tablo 3.8.2.** Çalışmada uygulanan pH döngüsü

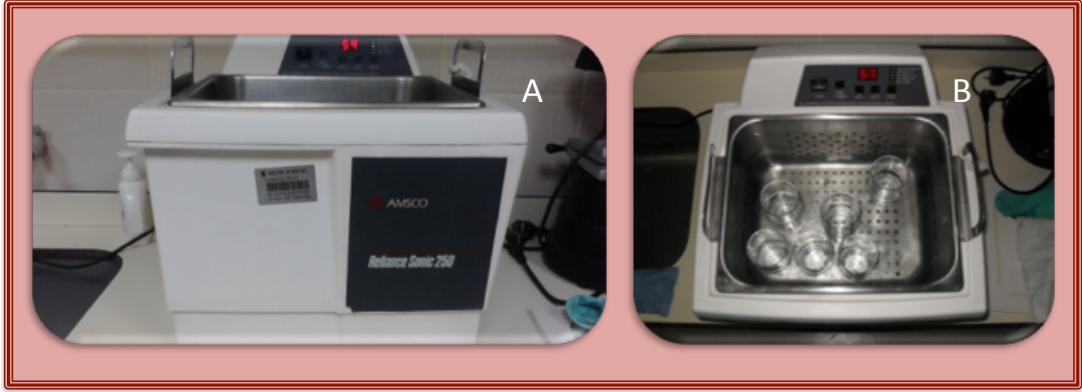
<b>Çalışmada Uygulanan pH Döngüsü (195,196)</b>	
<b>ZAMAN</b>	<b>DENEYSEL SOLÜSYONLAR</b>
<b>13:00 – 11:00</b>	Remineralizasyon Solüsyonu
<b>11:00 – 13:00</b>	Deminerlizasyon Solüsyonu
Remineralizasyon Solüsyonu (yapay tükürük): (pH 7.0 ve 37 °C), 1.5 mM CaCl <sub>2</sub> , 0.9 mM KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> , 130 mM KCl, 1 mM NaN <sub>3</sub> , 20 mmol/l HEPES	
Deminerlizasyon Solüsyonu (pH 4.95 ve 37 °C) 50 mM asetik asit, 3 mM CaCl <sub>2</sub> . 2H <sub>2</sub> O, 3 mM KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> , 6 µM metilhidroksidifosfonat ve timol	

### 3.9. Mine örneklerinde SEM analizleri

Minede yapay olarak oluşturduğumuz başlangıç çürük lezyonunun yapısı ve uygulamalar sonrasında oluşan değişiklikler, Tarama Elektron Mikroskobu (Carl Zeiss EVO-50 EP, Cambridge, İngiltere) altında incelendi.

Başlangıç mine lezyonu oluşturulan mine örnekleri ile bu yüzeylere uygulanan deneysel uygulamaların oluşturduğu yapısal değişikliklerin değerlendirilebilmesi amacıyla her gruptan rastgele 3'er adet mine örneği seçildi. Örnekler orta hattı boyunca horizontal yönde separeyle oluşturulan iki çentik yardımıyla ikiye kırılarak bölündü. Daha iyi görüntüler elde edebilmek için örneklerin kesim yüzeyleri sırasıyla; 1200, 2400 ve 4000 gritlik silikon karbit aşındırıcı kağıtlarla, ardından 1 ve 0.25 µm elmas, 0.1 ve 0.005 µm alüminyum parlaticı solüsyonlarla (Struers, Kopenhag, Danimarka) parlatıldı. Örnekler ultrasonik cihaz (Amsco, Reliance Sonic 250, Steris Corp., Mentor, California, ABD) içerisinde deiyonize suda 10 dk boyunca bekletilerek, debris artıklarından temizlendi (Şekil 3.9.1) (193). Bu uygulamalara ilave olarak Grup I ve III'de penetre olan rezini daha iyi görebilmek için kesim yüzeylerine 60 sn boyunca %10'luk hidroklorik asit uygulandı. Sonrasında etil

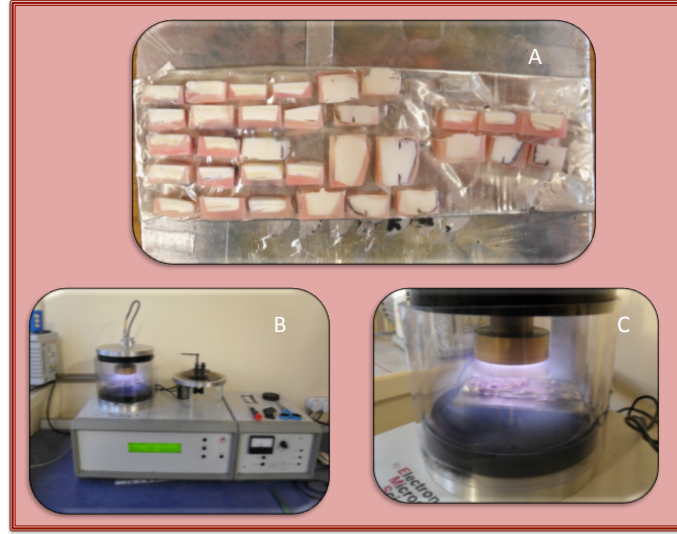
alkol uygulanan örnekler 72 saat boyunca inkübatörde 37 C° sıcaklıkta kuruması için bekletildi (190).



**Şekil 3.9. 1.** Ultrasonik cihaz (Amsco, Reliance Sonic 250, Steris Corp., Mentor, California, ABD)

A-B: Örneklerin Ultrasonik cihaz içerisinde deiyonize suda 10 dk boyunca bekletilerek, debris artıklarından temizlenmesi.

Görüntülenecek yüzeyler yukarıya gelecek şekilde, iki taraflı yapışkan bant yardımıyla, metal bir plaka üzerine yapıştırıldı. Yeterli tutuculuğun sağlanamadığı durumda ve görüntünün parlamasını engellemek amacıyla, örnek çevresine gümüş boyası sürülerek kaplama cihazına yerleştirildi. Örneklerin yüzeyini kaplama işlemi, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Bölümü'nde yapıldı. Yüzeyin parlamasını önlemek için argon gazıyla havanın yer değiştirmesi sağlandı ve plazma fazına geçen altın palladyum sayesinde 100 Angstrom (Å) kalınlığında altın kaplama işlemi gerçekleştirildi (Şekil 3.9.2).



**Şekil 3.9.2.** Örnek yüzeylerinin altın ile kaplanması

A: Görüntülenecek örneklerin metal plaka üzerine yerleştirilmesi, B-C: Örnek yüzeylerinin altın ile kaplanması.

Altın kaplama işlemi tamamlanan örnekler, SEM cihazına içine yerleştirildikten sonra vakumlandı. Ardından bilgisayar monitörüne aktarılan görüntüler incelendi. İncelenen her örneğin X500, X1000 ve X5000 büyütmede SEM görüntüleri kaydedildi (Şekil 3.9.3).



**Şekil 3.9.3.** SEM cihazı (Carl Zeiss EVO-50 EP, Cambridge, İngiltere)

### 3.10. İstatistiksel Değerlendirme

Deneysel uygulamalar sonrasında elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildi. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiklerin sayısal ölçümleri için; ortalama  $\pm$  standart sapma, ortanca, minimum ve maksimum değerler kullanıldı.

Tüm gruplarda, renk ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $\Delta E$ , Vita Klasik) ve sertlik ( $\mu S_{\text{ort}}$ ,  $\mu S_{\text{iyileşme}}$ ) değerlerinin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro Wilk testi ile belirlendi. Normal dağılım gösteren ölçümler için grupların birbirleriyle karşılaştırılması, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile yapıldı. ANOVA sonucunda farklılığı yaratan alt gruplar Tukey ikili karşılaştırma testi ile belirlendi. Normal dağılım göstermeyen veriler için gruplararası ölçüm karşılaştırmaları Kruskal Wallis testi ile yapıldı. Kruskal Wallis testi sonucunda farklılık yaratan alt gruplar Conover-Dunn ikili karşılaştırma testi ile belirlendi. Normal dağılım gösteren ölçümler için başlangıç, demineralizasyon sonrası ve deneysel uygulamalar sonrası karşılaştırma için ise Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi uygulandı. İstatistiksel önemlilik için  $p < 0.05$  ise anlamlı kabul edildi.

İstatistiksel analizlerin tümünde IBM-SPSS 21.0 for Windows paket programı (IBM corp., Armonk, NewYork, ABD) kullanıldı.

## 4. BULGULAR

### 4.1. YüzeY Mikrosertlik Testi Bulguları

Başlangıçta, demineralizasyon sonrası ve deneysel uygulamalar sonrasında ölçülen yüzeY mikrosertliği ve mikrosertlik iyileşme değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.1.1 'de gösterilmektedir.

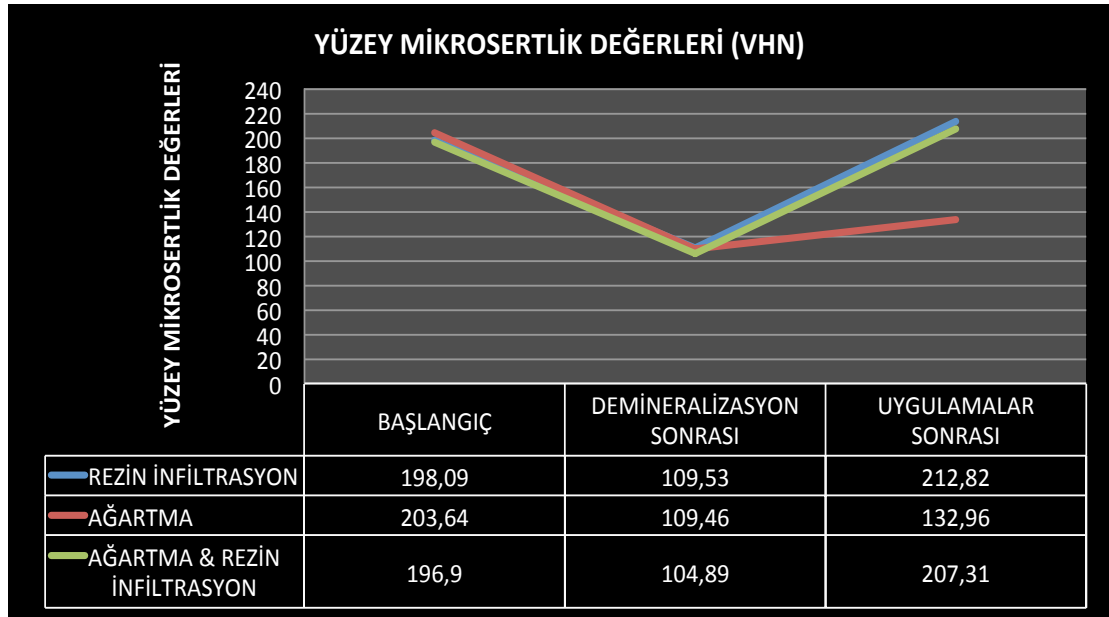
**Tablo 4.1.1.** Mine yüzeY mikrosertlik ve mikrosertlik iyileşme değerleri (VHN)

n:45		YÜZEY MİKROSERTLİK DEĞERLERİ (VHN)			YÜZEY MİKROSERTLİK İYİLEŞME DEĞERLERİ
		BAŞLANGIÇ	DEMİNERALİZASYON SONRASI	UYGULAMALAR SONRASI	
REZİN İNFİLTASYON (GRUP I)	ORT	198,09	109,53	212,82	131,69
	SS	26,94	21,7	27,49	59,07
AĞARTMA (GRUP II)	ORT	203,64	109,46	132,96	30,67
	SS	30,91	23,81	31,73	31,73
AĞARTMA + REZİN İNFİLTASYON (GRUP III)	ORT	196,90	104,89	207,31	121,71
	SS	33,65	21,29	32,28	65,13
P DEĞERİ		0,558	0,548	0,001	0,001

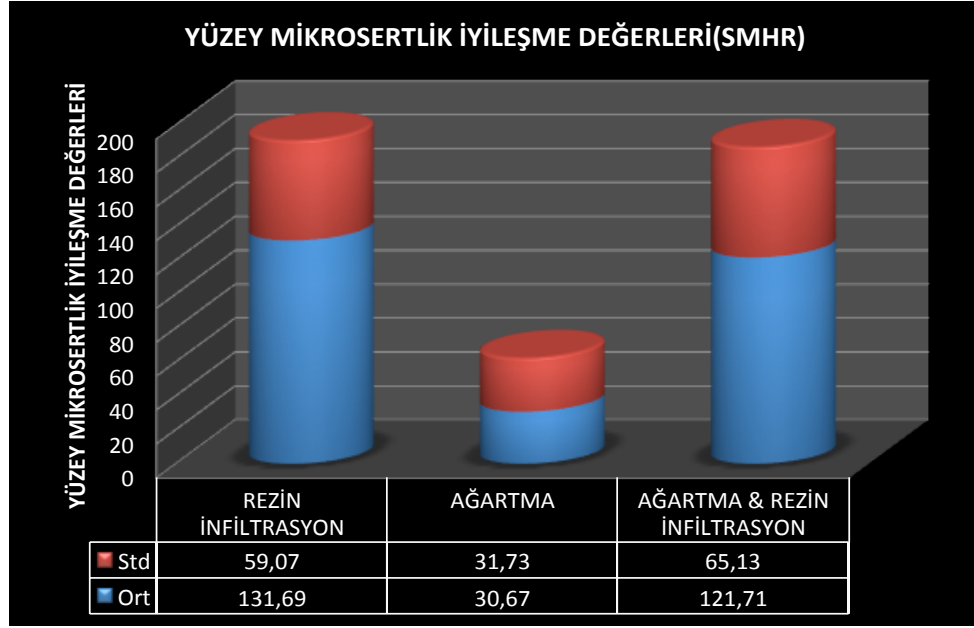
Tek yönlü varyans analizi bulgularına göre başlangıç, demineralizasyon sonrası ve deneysel uygulamalar sonrası mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ( $p<0.05$ ). Sağlam minenin mikrosertlik değerleri, demineralizasyon sonrasında anlamlı şekilde azalırken ( $p<0.05$ ), demineralize örneklerin deneysel uygulamalar sonrasındaki mikrosertlik değerleri ise anlamlı şekilde arttı ( $p<0.05$ ). Rezin infiltrant ve ağartma sonrası rezin infiltrant uygulanan gruplar, sağlam mineyle kıyaslandığında anlamlı derecede yüksek mikrosertlik değerleri gösterirken ( $p<0.05$ ), sadece ağartma uygulanan grupların mikrosertlik değerleri sağlam mineden anlamlı derecede daha düşük bulundu ( $p<0.05$ ). Kruskal Wallis testi ile gruplar arası mikrosertlik değerleri karşılaştırıldığında; başlangıçta ve demineralizasyon sonrasında gruplararası anlamlı bir fark görülmezken

( $p>0.05$ ), deneysel uygulamalar sonrasında, gruplararası anlamlı farklılık saptandı ( $p<0.05$ ). Rezin infiltrant ve ağartma sonrası resin infiltrant uygulanan gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmezken ( $p>0.05$ ), bu iki grubun ağartma uygulanan gruptan daha yüksek mikrosertlik değeri gösterdiği saptandı ( $p<0.05$ ) (Şekil 4.1.1).

Tekrarlı ölçümlerde varyans analizi bulgularına göre gruplararası yüzey mikrosertlik iyileşme değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p<0.05$ ). Rezin infiltrant ve ağartma sonrası resin infiltrant uygulanan gruplar arasında anlamlı bir fark görülmezken ( $p>0.05$ ), bu iki grup sadece ağartma uygulanan gruba göre anlamlı derecede yüksek yüzey mikrosertlik iyileşme değeri gösterdi ( $p<0.05$ ) (Şekil 4.1.2).



**Şekil 4.1.1.** Deneysel uygulamalar sonrası grupların yüzey mikrosertlik değerlerinin değişimini gösteren grafik



**Şekil 4.1.2.** Deneysel uygulamalar sonrası grupların yüzey mikrosertlik iyileşme değerlerini gösteren grafik

## 4.2. Renk Değişimi Bulguları

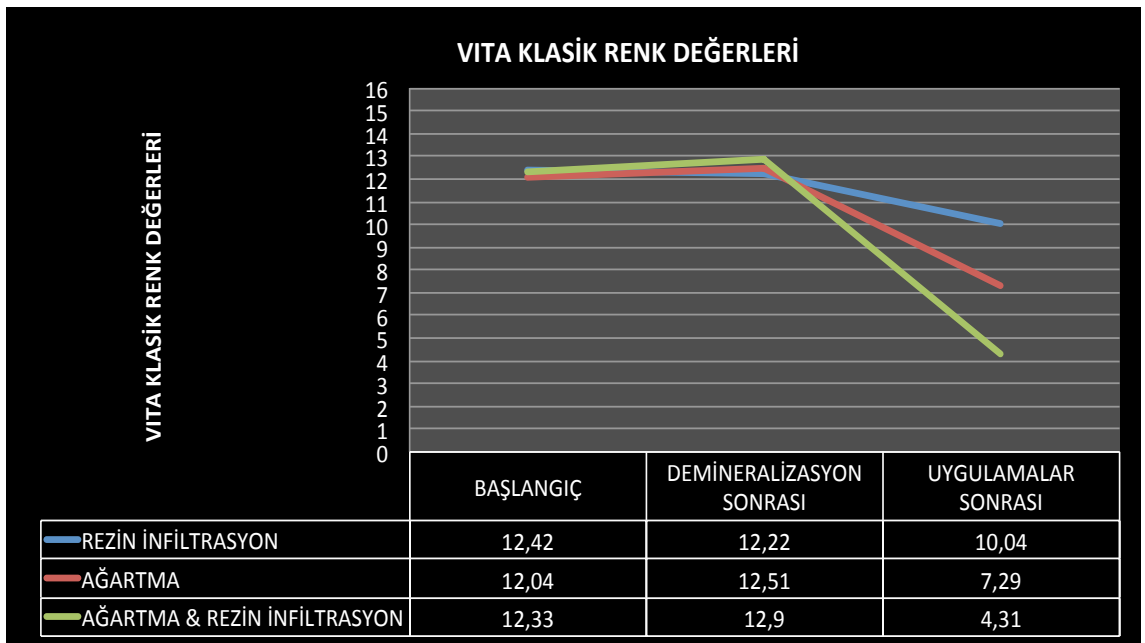
### 4.2.1. Vita Klasik Renk Değeri Bulguları

Vita Klasik renk tonlarının sayısal karşılıklarının ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.2.1' de gösterilmektedir.

**Tablo 4.2.1.** Vita klasik renk ölçeği değerleri

n:45		VITA KLASİK RENK ÖLÇEĞİ DEĞERLERİ		
		BAŞLANGIÇ	DEMİNERALİZASYON SONRASI	UYGULAMALAR SONRASI
REZİN İNFİLTASYON (GRUP I)	ORT	12,42	12,22	10,04
	SS	2,19	1,73	2,53
AĞARTMA (GRUP II)	ORT	12,04	12,51	7,29
	SS	2,55	1,81	2,11
AĞARTMA + REZİN İNFİLTASYON (GRUP III)	ORT	12,33	12,9	4,31
	SS	2,39	1,52	1,81
P DEĞERİ		0,81	0,14	0,001

Grupların başlangıç ve demineralizasyon sonrası klasik renk değerleri, tek yönlü varyans analizi yardımıyla karşılaştırıldıklarında, istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi ( $p>0.05$ ). Grupların deneysel uygulamalar sonrası klasik renk değerleri, başlangıç ve demineralizasyon sonrası klasik renk değerleriyle karşılaştırıldığında anlamlı derecede düşük yani açık bulundu ( $p<0.05$ ). Deneysel uygulamalar sonrası gruplar arasında anlamlı fark saptandı ( $p<0.05$ ). Ağartma sonrası rezin infiltrant uygulanan gruplar en düşük (açık) renk değeri gösterirken, sadece rezin infiltrant uygulanan gruplar en yüksek (koyu) renk değeri gösterdi (Şekil 4.2.1).



VİTA KLASİK RENK SKALASI	B1	A1	B2	D1	A2	D2	C2	D3	A3	D4	B3	A3.5	B4	C4	A4	C4
SAYISAL DEĞERLERİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

**Şekil 4.2.1.** Deneysel uygulamalar sonrası Vita Klasik renk değişimini gösteren grafik



#### 4.2.2. CIE L\*a\*b\* Renk Değeri Bulguları

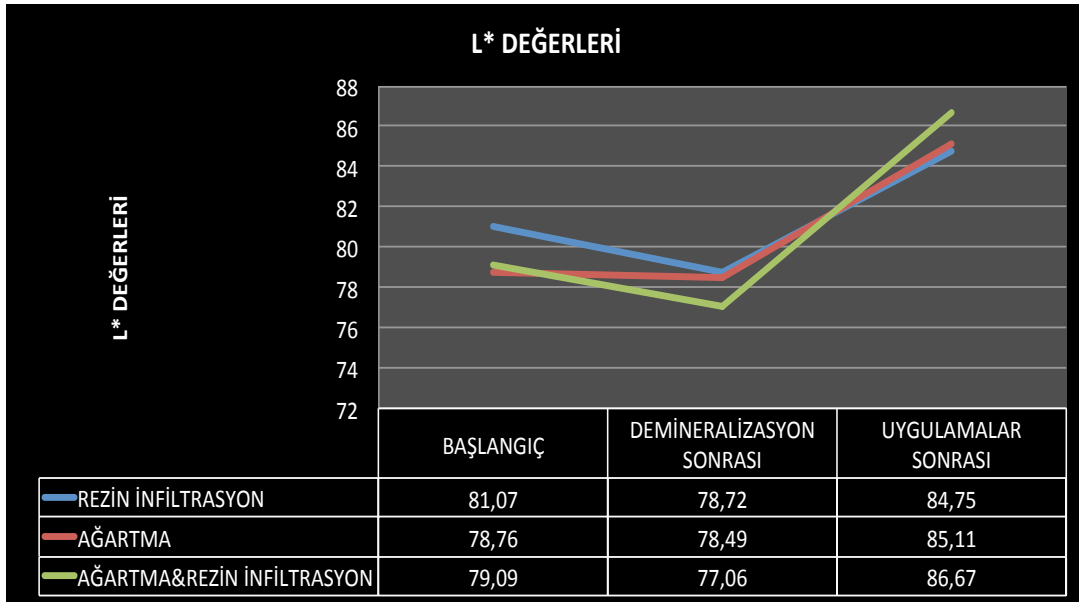
Örneklerin CIE L\*a\*b\* ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.2.2 'de gösterilmektedir.

**Tablo 4.2.2.** CIE L\*a\*b\* renk değerleri

n:45		CIE L*a*b* Ortalama Renk Değerleri								
		BAŞLANGIÇ			DEMİNERALİZASYON SONRASI			UYGULAMALAR SONRASI		
		L* ort	a* ort	b* ort	L* ort	a* ort	b* ort	L* ort	a* ort	b* ort
REZİN İNFİLTASYON (GRUP I)	ORT	81,07	5,01	41,32	78,72	6,02	38,64	84,75	1,66	31,7
	SS	12,04	3,87	3,98	7,31	1,98	4,22	3,81	1,94	4,03
AĞARTMA (GRUP II)	ORT	78,76	4,62	40,86	78,49	6,1	38,07	85,11	2,25	26,59
	SS	9,98	2,94	4,04	6,82	1,61	3,48	3,58	1,51	2,64
AĞARTMA + REZİN İNFİLTASYON (GRUP III)	ORT	79,09	5,12	41,24	77,06	6,64	38,25	86,67	0,17	21,35
	SS	10,09	3,63	4,72	7,81	2,22	2,68	2,69	0,89	2,96
P DEĞERİ		0,548	0,773	0,865	0,51	0,268	0,736	0,02	0,001	0,001

### L\* değeri bulguları

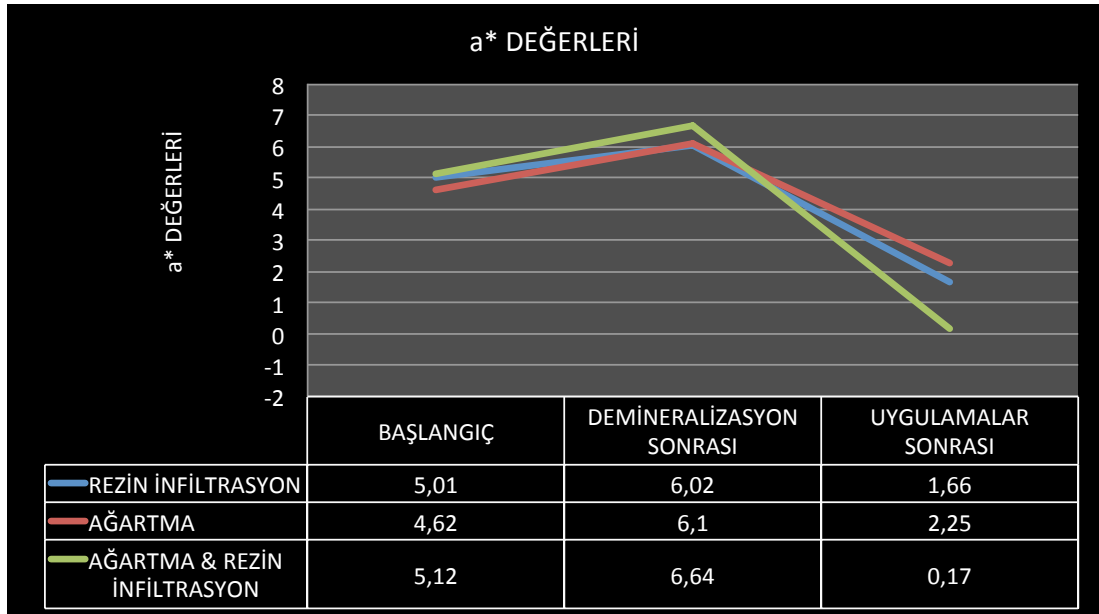
Tek yönlü varyans analizi bulgularına göre grupların başlangıç ve demineralizasyon sonrası L\* değerleri birbirleriyle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $p>0.05$ ). Grupların tamamında; başlangıç ve demineralizasyon sonrası L\* değerleri ile deneysel uygulamalar sonrası değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görüldü ( $p<0.05$ ). Bütün deneysel uygulamalar sonrası L\* değerleri, başlangıç ve demineralizasyon sonrası L\* değerlerine göre daha yüksek bulundu. Deneysel uygulamalar sonrası gruplar arasında anlamlı fark saptandı ( $p<0.05$ ). Ağartma sonrası rezin infiltrant uygulaması, sadece rezin infiltrant uygulanan gruplardan anlamlı derecede yüksek L\* değeri gösterirken ( $p<0.05$ ), sadece ağartma uygulanan grup ile diğer iki grup arasında anlamlı bir farklılık saptanmadı ( $p>0.05$ ) (Şekil 4.2.2).



Şekil 4.2.2. Deneysel uygulamalar sonrası L\* değerlerinin değişimini gösteren grafik

### a\* değeri bulguları

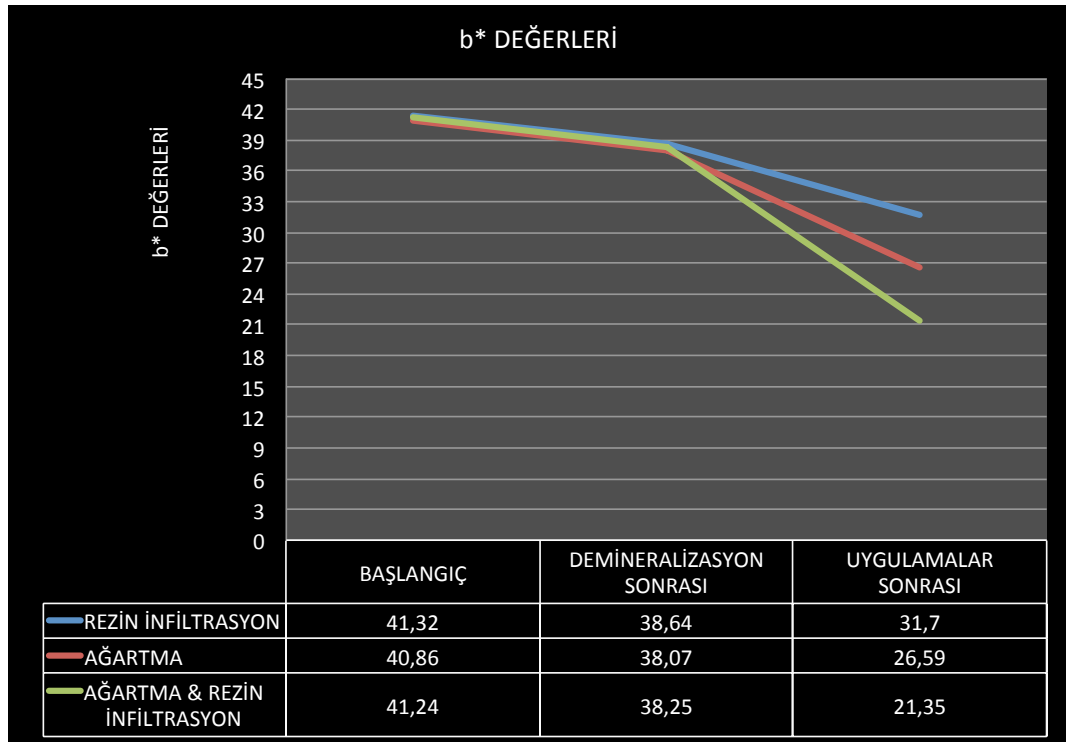
Tek yönlü varyans analizi bulgularına göre başlangıç, demineralizasyon sonrası ve deneysel uygulamalar sonrası a\* değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p<0.05$ ). Başlangıç a\* değerleri; deneysel uygulamalar sonrasındaki a\* değerlerinden anlamlı şekilde yüksek ( $p<0.05$ ), demineralizasyon sonrası a\* değerlerinden ise anlamlı şekilde düşük olduğu belirlendi ( $p<0.05$ ). Gruplar başlangıç ve demineralizasyon sonrası değerleri açısından birbirleriyle karşılaştırıldığında, gruplar arasında anlamlı bir fark görülmezken ( $p>0.05$ ), grupların deneysel uygulamalar sonrası değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ( $p<0.05$ ). Sadece rezin infiltrant uygulanan grup ile sadece ağartma uygulanan grup istatistiksel olarak benzer a\* değerine sahipken ( $p>0.05$ ), bu gruplar ağartma sonrası rezin infiltrant uygulanan gruptan anlamlı derecede yüksek a\* değeri gösterdiler ( $p<0.05$ ) (Şekil 4.2.3).



**Şekil 4.2.3.** Deneysel uygulamalar sonrası a\* değerlerinin değişimini gösteren grafik

### b\* değeri bulguları

Grupların başlangıç, demineralizasyon sonrası ve deneysel uygulamalar sonrası b\* değerleri karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlendi ( $p<0.05$ ). Demineralizasyon sonrası b\* değerleri; deneysel uygulamalar sonrasındaki b\* değerlerinden anlamlı şekilde yüksek ( $p<0.05$ ), başlangıç b\* değerlerinden ise anlamlı şekilde düşük bulundu ( $p<0.05$ ). Grupların başlangıç ve demineralizasyon sonrası değerleri birbirleriyle karşılaştırıldığında, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmezken ( $p>0.05$ ), grupların deneysel uygulamalar sonrası b\* değerleri karşılaştırıldığında; ağartma uygulanan grup, ağartma sonrası rezin infiltrant uygulanan gruptan yüksek, sadece rezin infiltrant uygulanan gruptan ise düşük b\* değeri gösterdi ( $p<0.05$ ) (Şekil 4.2.4).



**Şekil 4.2.4.** Deneysel uygulamalar sonrası b\* değerlerinin değişimini gösteren grafik

### 4.2.3. $\Delta E$ Değeri Bulguları

Örneklerin deneysel uygulamalar sonucu oluşan renk değişim değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.2.3 'de gösterilmektedir.

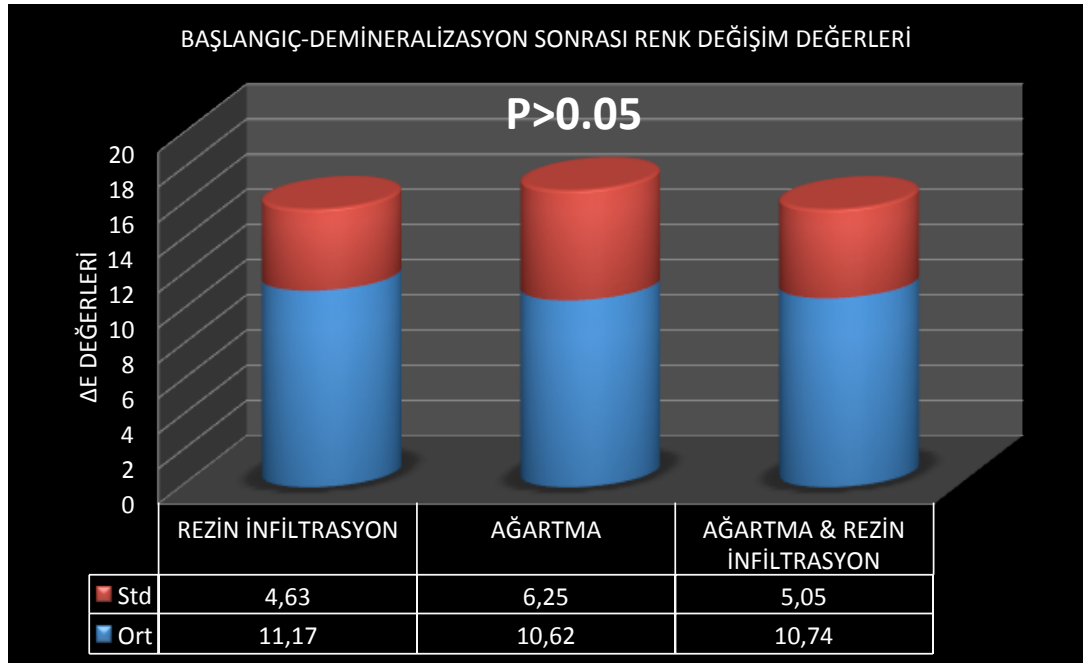
**Tablo 4.2.3.** Deneysel uygulamalar sonrası oluşan renk değişim değerleri

n:45		RENK DEĞİŞİM DEĞERLERİ ( $\Delta E$ )		
		Başlangıç- Demineralizasyon Sonrası	Başlangıç- Uygulamalar Sonrası	Demineralizasyon Sonrası – Uygulamalar Sonrası
REZİN İNFİLTASYON (GRUP I)	ORT	11,17	16,18	12,60
	SS	4,63	7,73	6,22
AĞARTMA (GRUP II)	ORT	10,62	17,78	14,98
	SS	6,25	6,39	4,82
AĞARTMA + REZİN İNFİLTASYON (GRUP III)	ORT	10,74	23,80	21,49
	SS	5,05	6,79	5,6
P DEĞERİ		0,878	0,001	0,001

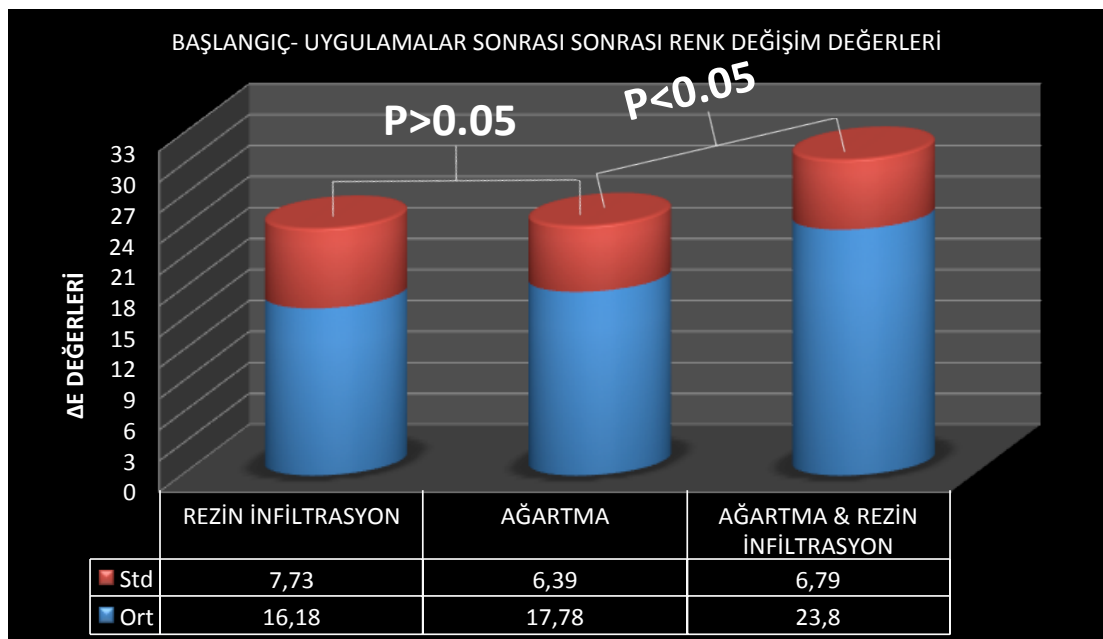
Tüm gruplarda; demineralizasyondan sonra, başlangıca göre anlamlı farklılık gösteren renk değişim değerleri saptanmadı ( $\Delta E_{1-2}$ ) ( $p>0.05$ ) (Şekil 4.2.5).

Deneysel uygulamalardan sonra başlangıca göre, gruplar arasında anlamlı renk değişim değeri görüldü ( $\Delta E_{1-3}$ ) ( $p<0.05$ ). Rezin infiltrant ve ağartma uygulanan gruplar arasında anlamlı fark görülmezken ( $p>0.05$ ), bu her iki grup ağartma sonrası rezin infiltrant uygulanan gruptan, istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük renk değişim değeri gösterdi ( $p<0.05$ ) (Şekil 4.2.6).

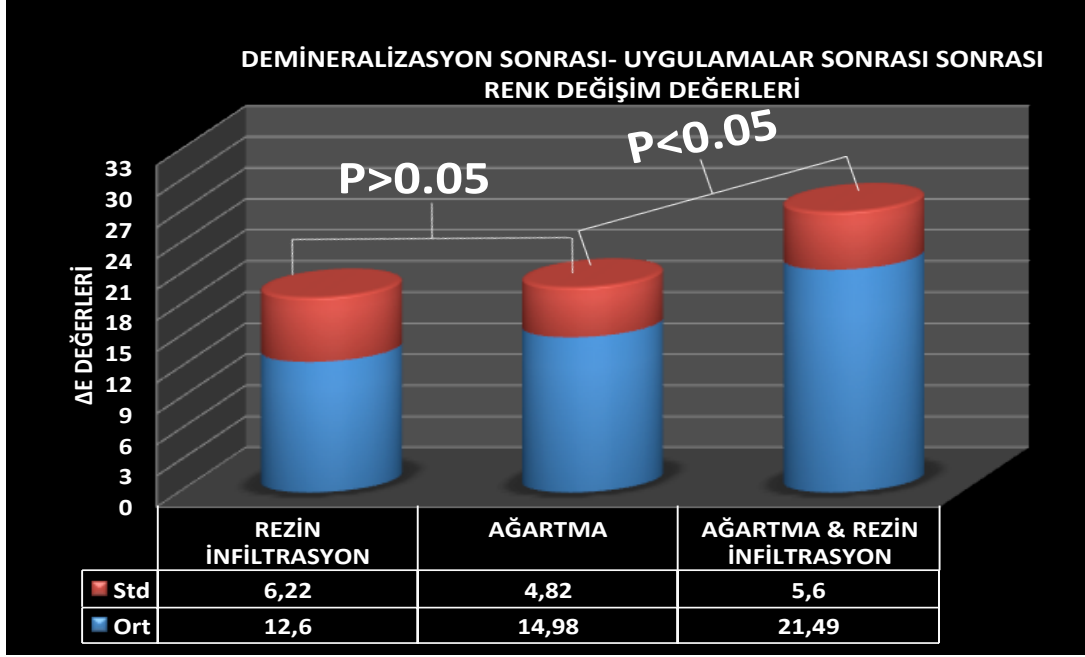
Deneysel uygulamalar sonrası ve demineralizasyon sonrası gruplar arasında da anlamlı renk değişim değeri saptandı ( $\Delta E_{2-3}$ ) ( $p<0.05$ ). Rezin infiltrant ve ağartma uygulanan gruplar arasında anlamlı fark görülmezken ( $p>0.05$ ), ağartma sonrası rezin infiltrant uygulanan grup diğer iki gruba göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek renk değişim değeri gösterdi ( $p<0.05$ ) (Şekil 4.2.7).



Şekil 4.2.5. Başlangıç ve demineralizasyon sonrası renk değişim değerlerini gösteren grafik



Şekil 4.2.6. Başlangıç ve deneysel uygulamalar sonrası renk değişim değerlerini gösteren grafik

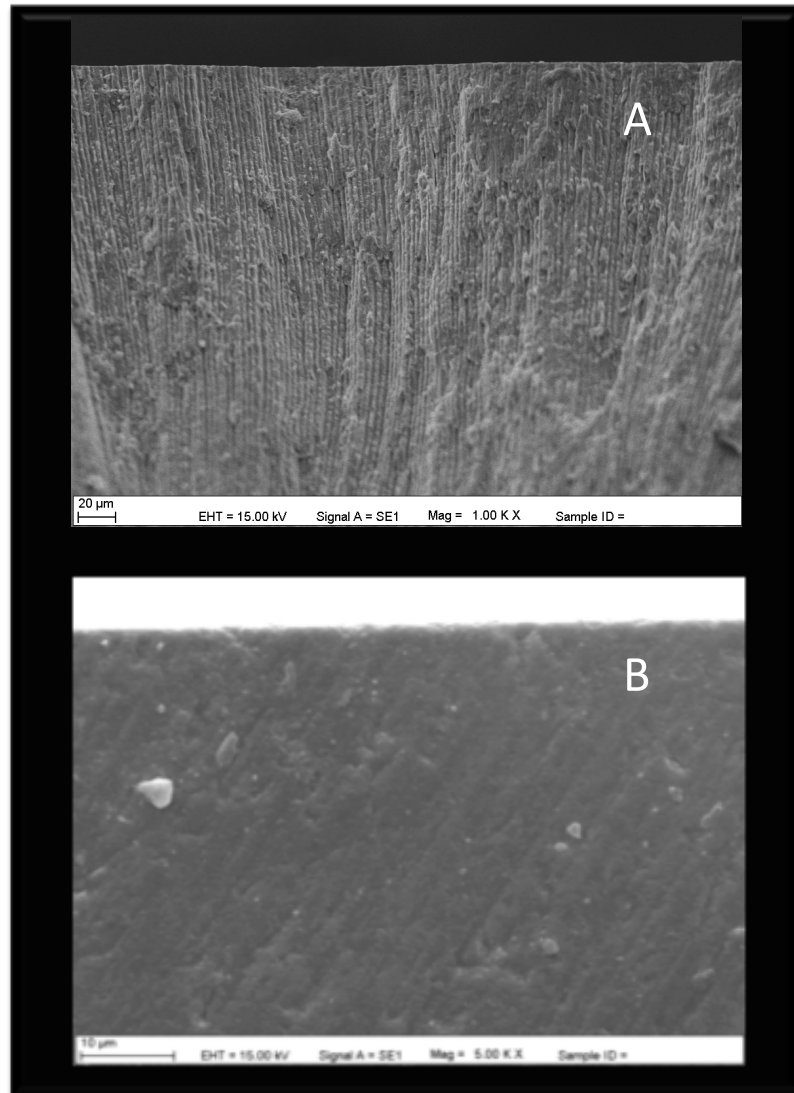


Şekil 4.2.7. Demineralizasyon ve deneysel uygulamalar sonrası renk değişim değerlerini gösteren grafik

### 4.3. Tarama Elektron Mikroskobu (SEM) Bulguları

Mine örneklerinin sagittal kesitlerinin SEM görüntüleri her bir grup için X500, X1000 ve X5000 büyütmede fotoğraflandı. Mine örneklerinden daha iyi görüntü alabilmek için yapılan yüzey zımparalanmasına bağlı birbirine paralel aşındırıcı izler dikkati çekmektedir.

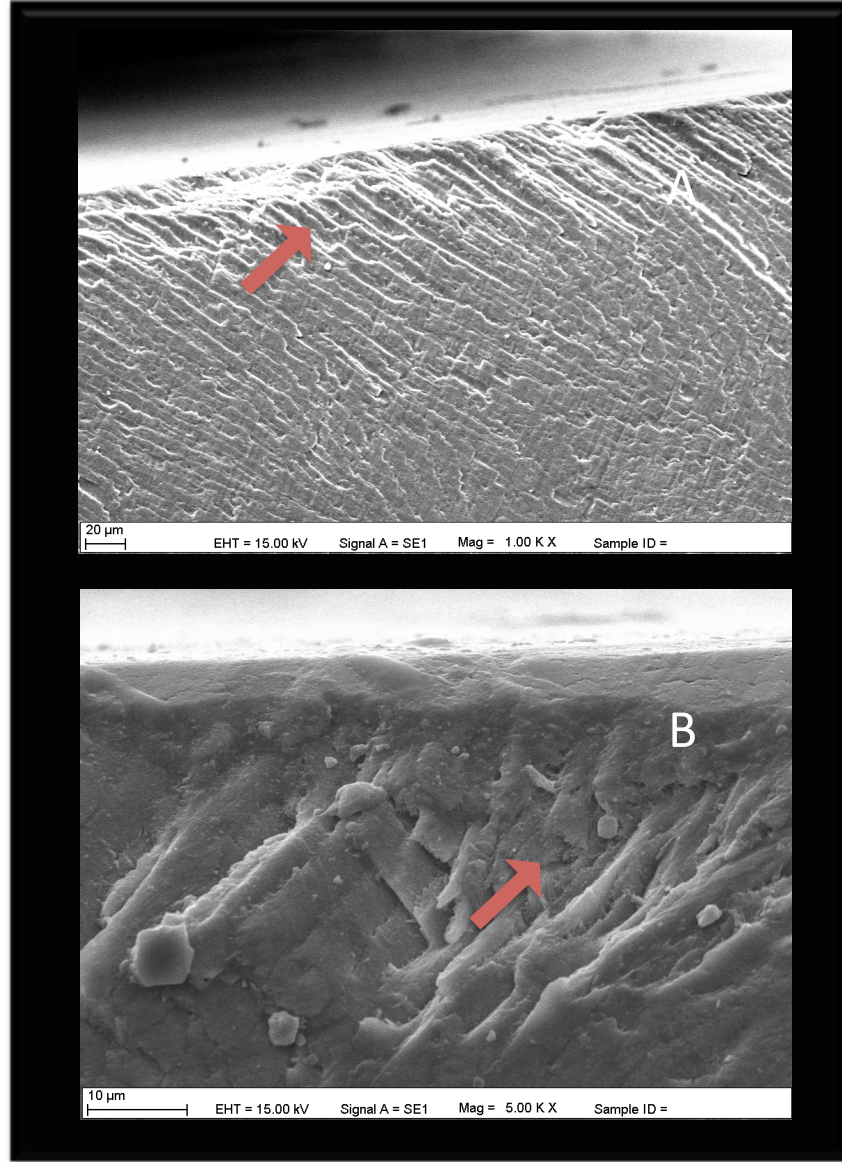
Deneysel uygulamalar sonrasında meydana gelen değişimlerin karşılaştırılabilmesi için herhangi bir işleme maruz bırakılmamış minenin SEM görüntüsü sunulmaktadır. Doğal mine görüntülerinde mine prizmalarının bütünlüğü net bir şekilde izlenebilmektedir (Şekil 4.3.1).



Şekil 4.3.1. Sağlam mine, A: X1000, B: 5000 SEM görüntüleri

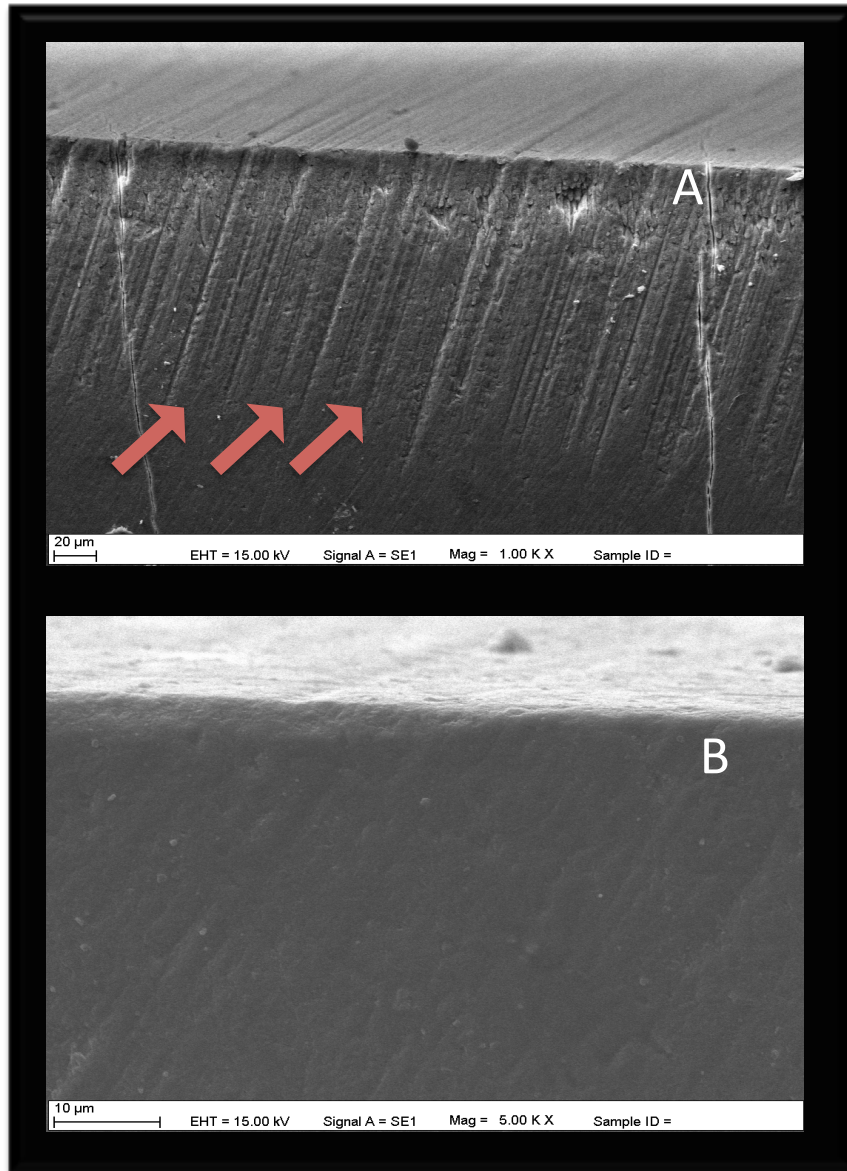


Demineralizasyon işlemi sonrasında alınan SEM görüntüleri değerlendirildiğinde minenin oldukça poröz yapıda olduğu, interprizmatik alanların kristalin çözünmesine bağlı olarak genişlemiş olduğu görülmektedir. İnterprizmatik boşlukların kesintisiz olarak devam etmesi ise demineralizasyonun homejen olarak gerçekleştiğini göstermektedir (Şekil 4.3.2).



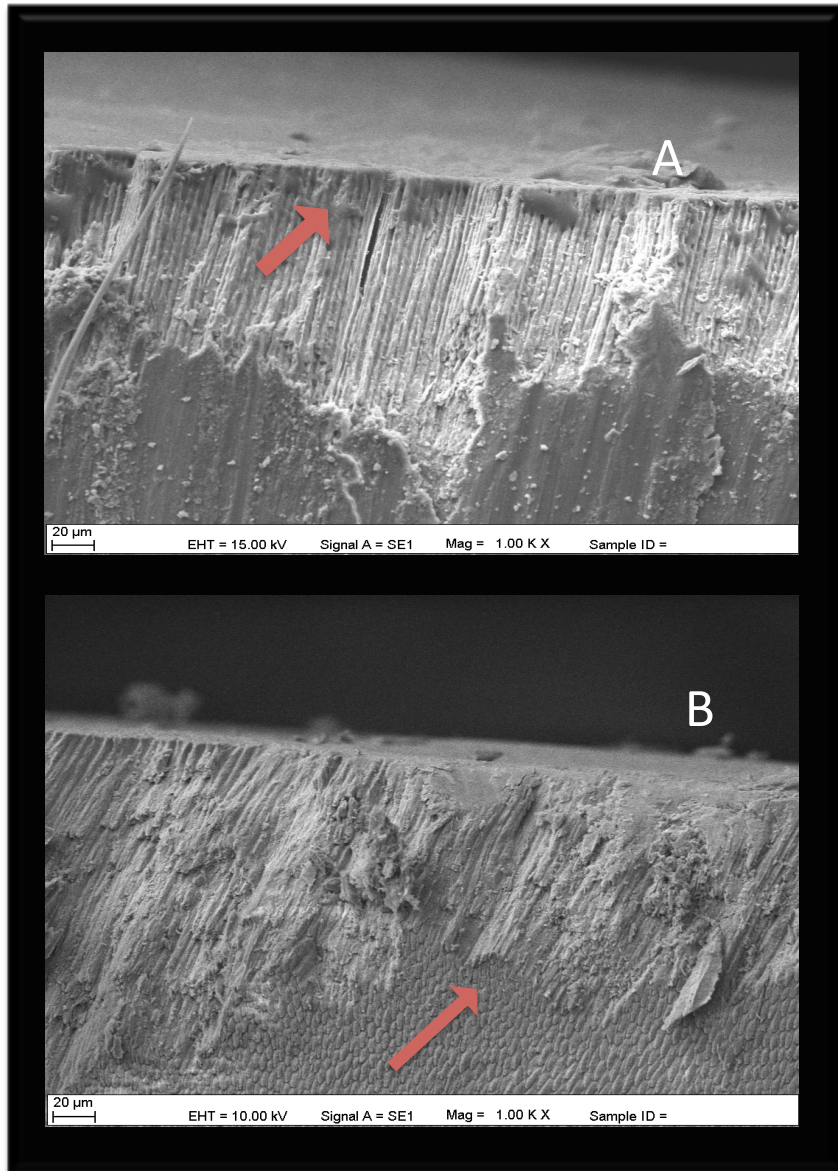
**Şekil 4.3.2.** Demineralize mine, A: X1000, B: X5000 SEM görüntüleri

Demineralizasyon sonrası sadece ağartma uygulanmış grupta bulunan örneklerin SEM görüntülerinde, ağartma uygulamasının demineralizasyonu arttırmaya yönelik herhangi bir bulgusuna saptanmadı. Bu grupta sadece demineralize olmuş poröz mine tabakası izlenirken, X5000 büyütmede ise çözünmüş kristalin yapıda interprizmatik alanların homojen bir yapıda remineralize olarak silikleştiği izlenmektedir (Şekil 4.3.3).



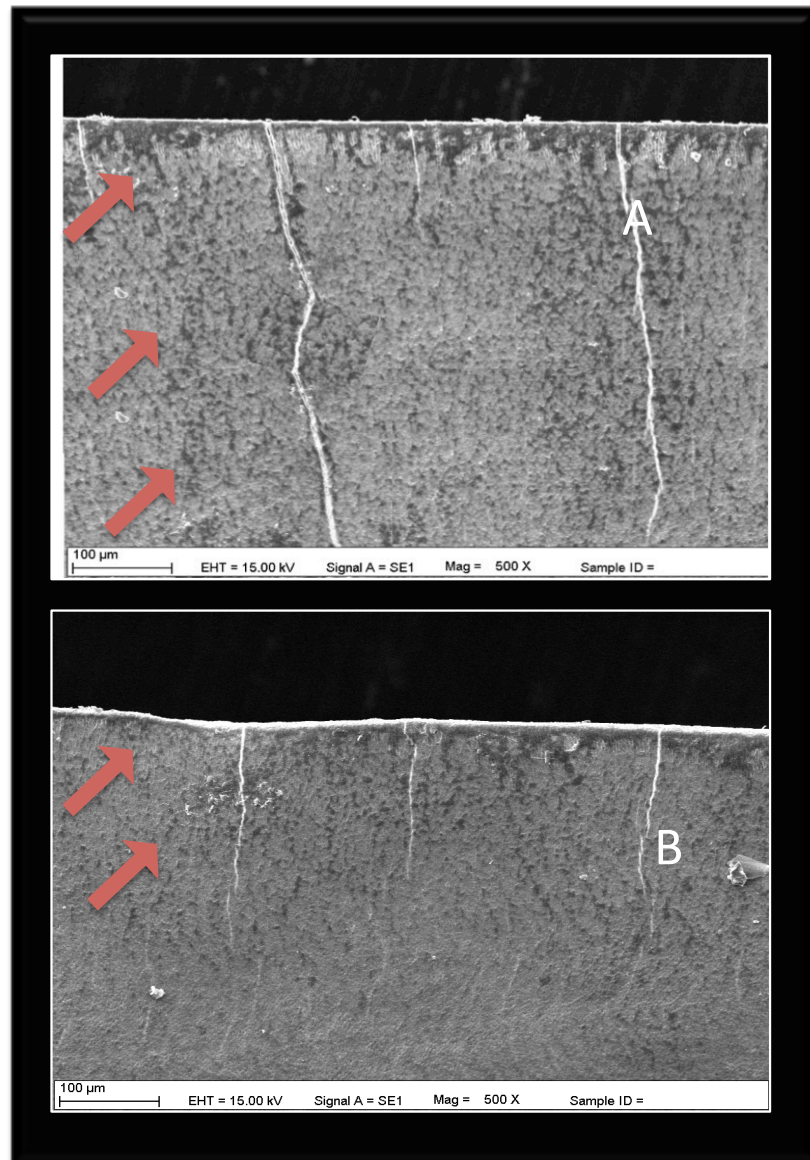
**Şekil 4.3.3.** Ağartma uygulanmış demineralize mine, A: X1000, B: 5000 SEM görüntüleri

Rezin infiltrasyon uygulaması sonrası meydana gelen değişiklikleri değerlendirmek amacıyla; HCL asit uygulaması sonrası SEM görüntüleri alındı. HCL asitin mine yüzeyinde ve yüzeyaltında meydana getirdiği erozyon bölgeleri izlenmektedir. Tek başına rezin infiltrasyon uygulanan grupta, HCL asitin oluşturduğu eroziv alanlara rezin infiltrantın penetre olduğu ve altındaki sağlıklı minenin pH siklusundan etkilenmediği görölmektedir (Şekil 4.3.4).

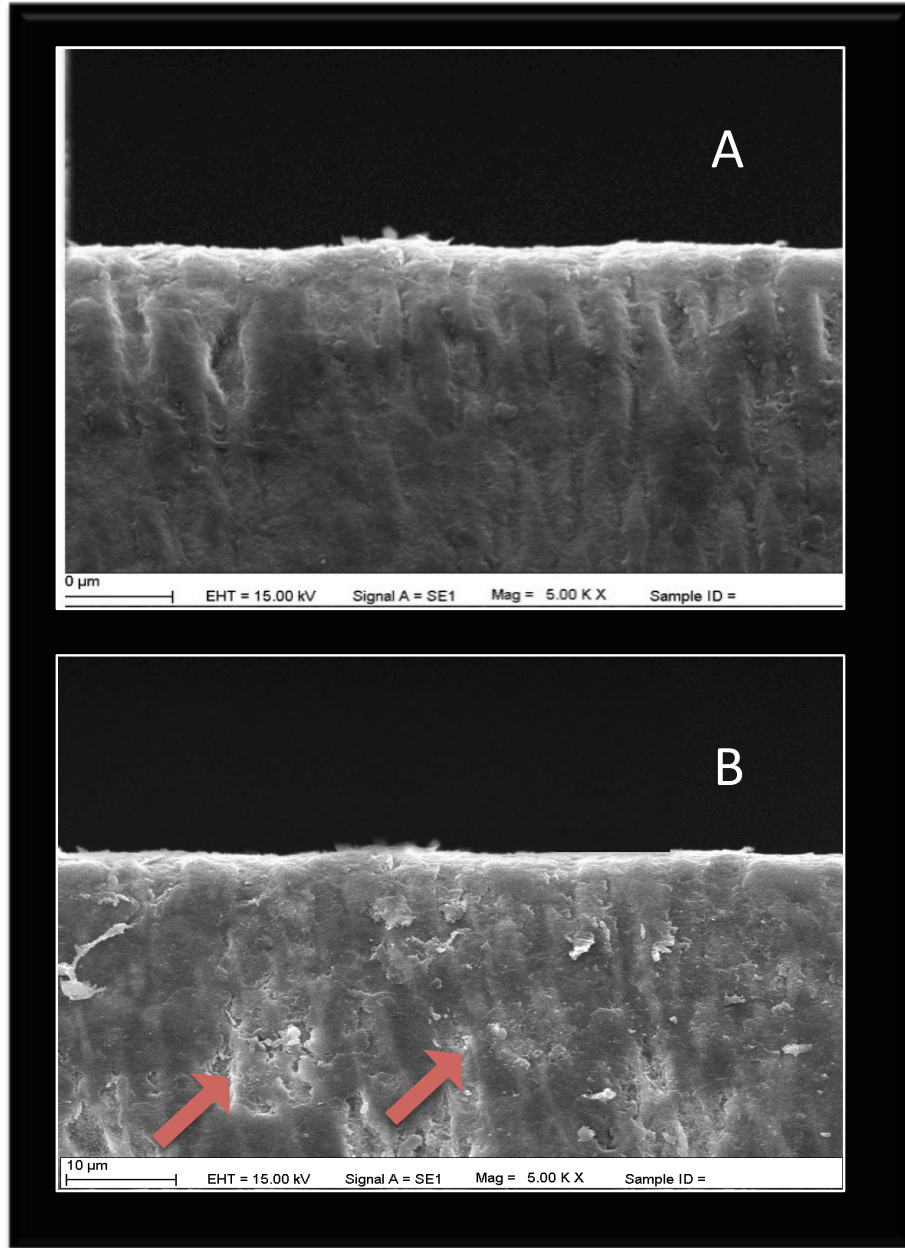


**Şekil 4.3.4.** Demineralize mineye HCL asit uygulaması sonrası oluşan erozyon alanı (A) ve bu alanlara penetre olmuş rezin infiltrantın (B) SEM görüntüleri

Grup I ve III'ün SEM görüntüleri değerlendirildiğinde farklılıklar izlenmektedir. Tek başına rezin infiltrant uygulanmış grupta, ağartma sonrası rezin infiltrasyon uygulamasına göre rezinin daha derine infiltre olduğu görülmektedir (Şekil 4.3.5). Ağartma sonrası rezin infiltrant uygulanmış grupta; X5000 büyütmede bazı alanlarda rezinin penetre olamadığı çukur alanlar dikkat çekmektedir. Tek başına rezin infiltrantın ise homojen bir şekilde prizmalar arası boşlukları doldurduğu izlenmektedir (Şekil 4.3.6).



**Şekil 4.3.5.** Resin infiltrant uygulanmış (A) ve ağartma sonrası resin infiltrant uygulanmış (B) demineralize mine; X500 SEM görüntüleri



**Şekil 4.3.6.** Resin infiltrant uygulanmış (A) ve ağartma sonrası resin infiltrant uygulanmış (B) demineralize mine; X5000 SEM görüntüleri

## 5. TARTIŞMA

Günümüzde, sağlık hizmetlerinin temel hedefi olan hastalık oluşmadan önlenmesi prensibi güncellik kazanmış ve sağlık alanında verilen tedavi hizmetlerinin önüne geçmiştir. Özellikle erken tanı ve teşhise yönelik aletlerde ve koruyucu etkiye sahip materyallerdeki gelişmeler sayesinde, hastalık başlamadan durdurulabilmekte, hatta geri döndürülebilmektedir. Bireylerin vücut ve ağız-diş sağlığı konusunda bilinçlenmeleri ve tedavi amacıyla ödenen sağlık giderlerinin artması nedeniyle koruyucu ve girişimsel olmayan uygulamalara ilgi artmıştır (11).

Minenin başlangıç çürüğü olarak da adlandırılan beyaz nokta lezyonlarının ileride kavitasyona dönüşebileceğinin farkedilmesiyle, diş çürüğünün erken dönem tedavisinde büyük gelişmeler kaydedilmiştir. Başlangıç mine çürük lezyonunun yapısı hakkında edinilen yeni bilgiler ışığında; bu lezyonların tedavisi için girişimsel olmayan yöntemlerin tercih edilmesinin en doğru yaklaşım olduğu, hatta lezyonların durdurulmasının veya geri döndürülmesinin mümkün olduğu gündeme gelmiştir (199,200).

Dişler üzerindeki plağın uzaklaştırılması ile minede gözlenen başlangıç çürüklerinin erken dönemde durdurulabildiği gözlenmiştir. Bu fikirden yola çıkarak ideal hijyen koşullarının sağlanması gerekliliği vurgulanmıştır (201).

Çürük gelişimini yavaşlatarak durdurmak ve mevcut yıkımı geri döndürmek amacıyla topikal florürlerin kullanımı genel olarak kabul edilen bir yaklaşımdır (105,202). Ancak, bu uygulamaların çürük üzerinde durdurucu etkileri ile ilgili sınırlı sayıda çalışma vardır (105,203). Florür, CPP-ACP, lazer gibi uygulamalar çürüğün durdurulmasında belli bir aşamaya kadar etkili olurken, başlangıç çürüklerinin opak görüntülerinde iyileşme sağlayarak estetiği düzeltme etkileri yok denecek kadar azdır. Ayrıca, başlangıç çürükleri için tercih edilen alternatif bir yöntem olan ağartma işlemi ise, bu uygulamaların aksine lezyonun klinik görünümünü maskelerken, demineralize alanlarda lezyon oluşumuna duyarlılığın artmasına neden olmaktadır (121). Bütün bu nedenler, yeni materyal arayışlarını gündeme getirmiştir (204). Bu amaçla başlangıç mine lezyonlarında, çürüğün durdurulması,

aynı zamanda estetiğin düzeltilmesi için yeni bir teknik olan “rezin infiltrasyon tekniği” geliştirilmiştir (152,153,157).

Çalışmamızda, başlangıç çürüklerinin yapısı göz önünde bulundurulduğunda, lezyonun ilerlemesinin durdurulması ve estetiğin sağlanması amacıyla, önerilen iki yöntemin birlikte kullanılarak, etkilerinin değerlendirilmesi amaçlandı. Çalışmamız in-vitro koşullarda gerçekleştirildi.

İn-vitro çalışmalar; değişkenlerin kontrol altında tutulabilmesi, standardizasyon kolaylığı, yüksek değerli bilimsel kontrol, ölçüm yöntemlerinin hassas olması ve daha düşük maliyetli olması gibi çeşitli özelliklere sahiptir. Ancak, her ne kadar in-vitro çalışmalar klinik performansla ilgili önemli bulguların elde edilmesine yardımcı olsa da, ağız ortamını yansıtmakta yeterli etkinliğe sahip değildir (205).

Siğir, koyun, at ve domuz gibi memelilerin dişlerinin morfolojik ve histolojik olarak insan dişine benzer olduğu kanıtlanmıştır (206). Birçok çalışmada kolay ulaşılabilirlik ve büyük boyutları nedeniyle siğir dişleri, insan dişi yerine kullanılmaktadır (206,207). Yapay çürük lezyonları hem insan hem de siğir minesinde oluşturulabilirler (208) . Bu çalışmada, siğir dişlerinden elde edilmiş mine dokusu üzerinde yapay olarak başlangıç çürük lezyonları oluşturuldu. Kullanılan dişlerin mineralizasyonlarının benzer olması amacıyla, 3 yaş civarında ve aynı çevrede gelişimlerini tamamlamış siğirler seçildi.

Yapılan çalışmalarda, siğir minesinin insan minesine göre, daha poröz yapıda ve daha az mineral yoğunluğuna sahip olduğu bildirilmiştir. Yapay çürüğün ilerlemesinin, siğir dişinde insan dişine göre 3 kat daha fazla olduğu görülmüştür (209).

Bu tez çalışmasında, siğir minesinden elde edilen mine örnekleri yerine, insan minesinden elde edilenler kullanılmış olsaydı, ölçülen yüzey sertlik değerleri biraz daha yüksek olabilirdi.

İn vitro ortamda oluşturulan yapay çürük lezyonları, ağız ortamında gelişen doğal çürük lezyonlarıyla tam olarak aynı özelliklere sahip olamayabilir. Ancak,

büyük oranda benzer özelliklere sahip olduğu kabul edilmektedir. Yapay çürük lezyonlarının avantajları; test edilebilir özelliğe sahip olması, tekrarlanabilir olması ve tek bir değişken özelliğine sahip olması olarak gösterilmektedir (210).

Yapay mine lezyonlarında yüzeysel tabakanın kalınlığı ortalama 15-30 $\mu$ m ve mineral hacmi %68-70 iken (211) , doğal lezyonlarda bu değerler sırasıyla 40 $\mu$ m ve %83'dür. (212). Sığır dişlerindeki yapay çürük lezyonlarının derinliği, insan dişlerine göre daha düşük olduğundan, lezyonun en alt tabakasına kadar rezin infiltrantın penetrasyonunun arttığı ve tüm demineralize alanları doldurduğu bilinmektedir. Bunun yanısıra, yapay lezyonlar bakteriyel kökenli olmadığından, başarılı bir infiltrasyon için bakteriyel ürünlerin uzaklaştırılması gerekli değildir (213). Bizim çalışmamızda da, daha standart veriler elde edebilmek için, sığır dişlerinde yapay olarak başlangıç aşamasında mine çürük lezyonları oluşturuldu.

Çalışmamızda, dişlerin labial mine yüzeylerinde aktif beyaz nokta lezyonlarını taklit etmesi amacıyla yapay çürük lezyonları oluşturuldu. Ancak, dişin optik özelliklerini taklit etmesi için; dişin görünen rengi mine altından yansıyan dentinin rengi olduğu için, örnekler, mine dentinden ayrılmadan hazırlandı (214).

Minenin yüzeyaltında yapay olarak başlangıç çürük lezyonları oluşturmak için, daha önceki çalışmalarda kullanılan demineralizasyon solüsyonu hazırlandı ve benzer demineralizasyon protokolü uygulandı (195,215-217).

Başlangıç mine çürükleri, plak içerisindeki bakteriyel asidik metabolitlerin etkisi sonucu oluşan yüzey altı demineralizasyon alanı (%25 ve daha fazla por hacmi) ve yüksek mineral içerikli yüzey tabakası (%5'den daha düşük por hacmi) ile karakterizedir (211). Günümüze kadar birçok çalışma grubu tarafından in vitro olarak oluşturulan çürük benzeri lezyonlar, asidik ataklardan nispeten etkilenmemiş görünen yüzey tabakası ile kaplı, yüzeyaltı demineralizasyonu olarak tanımlanırlar (211). Bizim çalışmamızda, bu tip bir lezyon oluşturmak için difosfonat (MHDP), yüzey çözünme inhibitörü olarak demineralizasyon solüsyonuna ilave edildi. Daha önce yapılan çalışmalara göre minenin yüzey çözünmesinin engellenmesi için inhibitör konsantrasyonunun minimum düzeyde



(2-4  $\mu M$ ) olması gerekmektedir. Ayrıca, MHDP ve diğer polifosfonatların; hidroksiapatitin kristal büyümesini inhibe ettiği bilindiğinden, yüksek konsantrasyonda MHDP'nin remineralizasyon için bir dezavantaj olduğu unutulmamalıdır (195). Çalışmamızda, hipermineralize yüzey tabakasına sahip başlangıç mine demineralizasyonları oluşturmak için 5 lt demineralizasyon solüsyonuna 5.28 mg MHDP ilave edildi.

MHDP'nin yüzey demineralizasyonu üzerine etkisini sertlik ölçümleri yansıtırken, total demineralizasyona etkisini ise lezyon derinliği ölçümleri göstermektedir (195).

Rezin infiltrantlar, viskozitelerinin düşük olması, mine yüzeyiyle küçük kontakt açısı oluşturması ve yüzey gerilimlerinin yüksek olması nedeniyle, lezyon gövdesinin kapiller yapısına hızlı penetre olabilen, ışıkla polimerize olan materyallerdir (152).

Ancak, hipermineralize yüzey tabakası, rezinin lezyon gövdesine penetrasyonunu engellemektedir. Bu nedenle, bu yüzeylerin asitle pürüzlendirilmesi, hatta uzaklaştırılması gerekmektedir. Fakat doğal olarak oluşmuş mine lezyonlarının yüzeyinin, sağlam mine dokusuna göre, sıklıkla kullanılan fosforik aside karşı daha dirençli olduğu belirtilmiştir (218). Eğer, resin infiltrant uygulaması öncesinde yüzeysel tabakanın uzaklaştırılmasında fosforik asit kullanılırsa, resin doğal lezyon gövdesine sadece yüzeysel olarak penetre olabilmektedir ( $\sim 25\mu m$ ) (153).

Başlangıç mine çürüklerinin yüzey tabakasının pürüzlendirilmesinde kullanılan ajanların değerlendirildiği bir çalışmada; 2 dk boyunca %15'lik HCl asit uygulamasının, mineral içeriği yoğun olan mine çürüğünün yüzeysel tabakasını %99 oranında uzaklaştırdığı bildirilmiştir (154).

Daimi dişlerin mine çürüğü lezyonlarının yüzeysel tabakasının uzaklaştırılmasında %15'lik hidroklorik asitin 2 dk boyunca uygulanmasının, %37'lik ortofosforik asit ve %5'lik hidroklorik asite göre daha etkili olduğu görülmüştür (154).

Bu verilerden yola çıkarak, çalışmamızda hipermineralize tabakayı kaldırmak için, %15'lik HCL asit ile 2 dk boyunca demineralize yüzeyler pürüzlendirildi.

Spektrofotometre ve kolorimetre bir nesnenin renk ölçümünde yaygın olarak kullanılan cihazlardır. Kolorimetreler, kırmızı, yeşil ve mavi gibi sadece üç dalga boyunda renk ölçümü yaparken; spektrofotometre, görünür tüm ışık spektrumunu yansıtmaktadır (219,220).

Paul ve diğ. (178) insan dişlerinin renk analizinde çıplak göz ile renk tespiti ve spektrofotometrik renk analizlerinin etkinliğini karşılaştırdıkları çalışmalarında; spektrofotometrik renk analizinin daha doğru ve uygulanabilir bir yöntem olduğunu savunmuşlardır.

Bu çalışmada, spektrofotometre kullanılarak, renk değişikliğinin objektif olarak ölçülmesi sağlandı. Ayrıca, klinik açıdan daha anlaşılır olan Vita Klasik renk değerlerin tespiti spektrofotometrik yansıma ile yapıldı.

Mineral kaybı sonucu oluşan ve minenin yüzey yumuşaması olarak algılanan değişimin tespiti için mikrosertlik testleri tercih edilir (221-223). Mikrosertlik testleri, element değişimi hakkında bilgi vermemesine rağmen, özellikle demineralizasyon ve remineralizasyon deneylerinden sonra mine ve dentindeki fiziksel değişikliklerin belirlenmesi için kullanılırlar (224).

Restoratif materyallerin sertlik değerlerinin; kırılma direnci, elastisitesi modülü, gerilme dayanıklılığı, sıkışma dayanıklılığı ve aşınma direnci gibi diğer mekanik özelliklerle de bağlantılı olduğu görülmüştür (213).

Çürüğün ilerlemesinde, yüzeysel tabakanın önemi gözönünde bulundurulduğunda, bu bölgedeki değişikliklerin değerlendirilmesi önemlidir. Yüzey mikrosertlik ölçümü, bu amaç için uygun bir tekniktir. Mikrosertlik ölçümleri, diş minesini gibi hassas yapıya sahip, kırılmaya eğilimi olan ve homojen olmayan yapılar için uygundur. Yüzey mikrosertlik ölçümleri demineralizasyon ve remineralizasyon çalışmalarında basit, hızlı ve tahribat oluşturmeyen yöntemlerdir (225). Bu nedenle bu çalışmada, her bir örneğin başlangıçta, lezyon oluşturulduktan sonra ve deneysel

uygulamaları takiben pH siklusundan sonra olmak üzere 3 kez mikrosertlik ölçümü yapıldı. (bkz. Şekil 3.1.2 )

Literatürde başlangıç çürüklerinin durdurulması, remineralizasyonu, görünümünün maskelenmesine yönelik çok az sayıda çalışma mevcuttur (13,225).

Beyaz nokta lezyonlarının tedavisinde ilk tercih edilecek yöntem lezyonların remineralize edilmesidir. Çünkü, remineralizasyon erken çürük lezyonların kısmen geri dönüşüyle sonuçlanan doğal bir olaydır (107).

Willmote (204), ortodontik braketlerin uzaklaştırılması sonrasında görülen beyaz nokta lezyonları üzerine tükürük ve florürün etkilerini değerlendirmişler ve 2 hafta sonra lezyon alanının görünümünün üçte birinde, 26 hafta sonra ise yarısında azalma saptamışlardır.

Ogaard ve diğ. (226) labial yüzeylerde görülen beyaz nokta lezyonlarının yüksek konsantrasyonda florür içeren ajanlarla tedavisi sonrasında, lezyonun durduğunu fakat tamamen onarımının engellendiğini gözlemlemişlerdir. Özellikle, daha derin mine çürük lezyonları, yüzeysel olarak remineralize olma eğilimindedir ve bu durdurulmuş lezyonlar kalın ve yüksek mineral içerikli yüzey tabakasına sahiptir. Alttaki lezyon gövdesi hala poröz bir yapıya sahip olduğundan, beyaz opak görünüm kaybolmamıştır.

Bu nedenle bazı araştırmacılar, daha sığ lezyonların (60  $\mu\text{m}$ ) tükürük ya da düşük florür içerikli diş macunları ve ağız çalkalama suları ile aşamalı, yavaş remineralizasyonunu ve sonuç olarak onarılmış, daha az görünür lezyon oluşumunu savunmaktadırlar (226,227).

Yapılan başka bir çalışma sonucunda, florür ile kombine edilmiş CPP-ACP'nin, derin beyaz nokta lezyonlarında floroapatit oluşumunu arttırdığı, tek başına kullanıldığında ise böyle bir etkisinin olmayabileceği açıklanmıştır (228).

Süt ürünlerinin (süt, peynir, kazein) ve CPP-ACP'nin karyostatik etkisi ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Llena ve diğ. (229) CPP-ACP içeren diş macunlarını, beyaz nokta lezyonlarının remineralizasyonunda etkili bulmuşlardır.

Fu ve diğ. (230) tarafından yapılan bir çalışmada, CPP-ACP içeren kremin (Tooth Mousse, GC, Tokyo, Japonya) minedeki demineralizasyonu azalttığı ve remineralizasyonu teşvik ettiği saptanmıştır.

Schirrmeyer ve diğ. (231) CPP-ACP içeren çikletlerin kullanılmasıyla başlangıç lezyonlarının derinliğinde azalma ve mineral seviyesinde belirgin değişimler gözlemlenmiştir.

Diş hekimliğinde mikroabrazyon tekniği, genellikle yüzeysel çürüksüz mine defektlerini ve renklenmeleri kaldırmak için kullanılırken, günümüzde ortodontik tedaviden sonra beyaz nokta lezyonlarının kaldırılması için de önerilmektedir (232-234).

Mikroabrazyon ve rezin infiltrasyon tekniklerinin beyaz nokta lezyonları üzerine etkilerinin değerlendirildiği bir olgu raporunda; her iki uygulamanın opak görünümün tamamını maskeleyemediği sonucuna varılmıştır. Bunun nedeni olarak ise, rezin infiltrasyonun yaklaşık 60  $\mu\text{m}$ , mikroabrazyonun ise 200 $\mu\text{m}$  derinlikteki lezyonlarda etkili olduğu, fakat bu olguda lezyon derinliğinin 200 $\mu\text{m}$ 'den büyük olabileceği düşünülmüştür (234).

Pliska ve diğ. (233) tarafından yapılan bir çalışmada beyaz nokta lezyonlarının remineralizasyonu üzerine mikroabrazyon ve CPP-ACP kullanımının etkileri QLF ile değerlendirilmiştir. Mikroabrazyonun BNL'nin gerilemesinde başarılı bir tedavi seçeneği olabileceği ve QLF ile yapılan değerlendirmede 2 haftalık bir tedaviden sonra minenin mineral içeriğinde belirgin bir artış olabileceği belirlenmiştir. Beyaz nokta lezyonlarının gerilemesinde; CPP-ACP uygulamasının, mikroabrazyon uygulamasına göre ilave bir avantaja sahip olduğu görülmüştür. Bu iki uygulamanın birlikte kullanımının ise daha avantajlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Yüksek yoğunluktaki lazerlerle, başlangıç mine çürüklerinin önlenmesinde umut verici sonuçlar elde edilmektedir (116).

İn vitro ve in situ çalışmalarda, CO<sub>2</sub> lazerin yüzeyaltı minenin demineralizasyonunu azalttığı ve florür uygulamalarıyla birlikte kullanıldığında bu

etkinin arttığı bildirilmiştir (235). Chen ve Huang (119) başlangıç çürük lezyonlarını asite karşı dirençli hale getirmek amacıyla; CO<sub>2</sub> lazer, Nd:YAG lazer ve APF kullandıkları in vitro çalışmalarında, tüm uygulamalarda aside karşı direncin arttırdığını, ancak lazerlerin florür uygulamasından daha etkili olduğunu saptamışlardır. Her iki lazer uygulaması arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Başka bir çalışmada ise, florür vernik uygulamasının minenin demineralizasyona direncini diyet lazere göre daha fazla arttırdığı bildirilmiştir (120).

Elaut ve diğ. (236) 'nin yaptığı bir çalışmada; argon lazerin minenin kristal yapısını değiştirerek mine dekalsifikasyonlarını önleyebileceği gösterilmiştir. Çalışmada, argon lazer uygulaması ile yüzey özelliklerinin değişerek, iyonların stabilize olduğu mikroboşlukların oluşumu sayesinde, asidik ataklar sırasında minenin mineral içeriğinin yüzeyden uzaklaşması engellenerek, demineralizasyonun durdurulduğu saptanmıştır. Ayrıca, tükürüğün içerisindeki mevcut florür, fosfat ve kalsiyum iyonlarının bu mikroboşluklar içerisine birikerek demineralizasyona karşı minenin direncini arttırdığı belirlenmiştir.

Ancak, literatürde; lazerin, beyaz nokta lezyonlarının opak görünümünü yok edici ya da azaltıcı etkisinin olup olmadığına dair bir bilgi bulunmamaktadır.

Peroksit ile yapılan ağartma uygulamalarında; L\* değerindeki artış ve b\* değerindeki azalma ile diş renginin daha beyaz görüldüğü bilinmektedir. Aslında benzer bir şekilde yapay çürük lezyonlarının, komşu sağlam mine ile kıyaslandığında daha beyaz görünmesinin nedeni, L\* değerindeki artış ve b\* değerindeki azalma şeklinde açıklanmıştır (193).

Bazı araştırmacılar, ortodontik tedavinin bir komplikasyonu olarak karşımıza çıkan beyaz nokta lezyonunun doğal remineralizasyon sürecini geçirdikten sonra, mikroabrazyon ve restoratif tedaviler gibi konservatif yaklaşımlar düşünülmeden önce, komşu mine ile arasındaki kontrastı azaltmak için ağartma işlemini önermektedirler (237).

Bu kamuflaj tekniği, gerek kolorimetre gerekse hasta memnuniyeti ile değerlendirildiğinde, etkili bir yöntem olduğu bildirilmiştir (9). Ayrıca, ortodontik

tedavi sonrası yapılan ağartma işlemi hastanın tedaviden memnuniyet oranını da arttırmıştır (238).

Ortodontik tedavi esnasında diş yüzeylerinde gelişen demineralizasyon alanlarının beyaz opak görünümünü gizlemek için ağartma uygulamasının yapıldığı bir çalışmada; tatmin edici bir şekilde opak görünümün maskelendiği görülmüştür (9).

Luciana ve diğ. (239) rezin infiltrant uygulanmış demineralize lezyonlara, %10'luk karbomit peroksit ile ağartma uygulamasının etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında; anlamlı bir renk değişimine rastlamamışlardır. Ayrıca, uygulamaların mine dokusunda oluşturduğu fiziksel değişimler değerlendirilmemiştir.

Çalışmamızda, beyaz nokta lezyonlarına uygulanan %40'luk hidrojen peroksitin ve sonrasında uygulanan rezin infiltrasyon tekniğinin diş sert dokularında oluşturacağı etkiler değerlendirildi. Daha önceki çalışmaların sonuçlarına dayanarak, ağartma uygulamasının, demineralize minenin mikrosertliğini negatif yönde etkileyeceği, fakat lezyon gövdesine penetre olarak dayanıklılık sağlayan rezinin ise bu kaybı telafi edeceği düşünüldü. Ayrıca, ağartma ve düşük kırılma indeksine sahip rezin infiltrant uygulamalarının başlangıca göre diş renginde anlamlı bir değişime neden olacağı tahmin edildi.

Ayrıca çalışmamızın renk değişimi bulgularına göre; deneysel uygulamalar sonrası tüm gruplarda, L\* değerlerinin başlangıca göre anlamlı şekilde arttığı; b\* değerlerinin ise anlamlı şekilde düştüğü görüldü. Ağartma uygulanan grupların L\* değerindeki artış ve b\* değerindeki azalma sonucu oluşan beyazlamanın; hem demineralizasyon sonrası oluşan poröz yapıya hem de ağartma uygulamasına bağlı olduğu düşünüldü. Resin infiltrant uygulanan gruplardaki L\* değerindeki artış ve b\* değerindeki azalma ise; demineralizasyon sonrası oluşan poröz yapının, sağlıklı dişten daha düşük kırılma indeksine sahip resin infiltrant ile doldurulmasıyla ilişkilendirildi.

Deneysel uygulamalar sonrasında, gruplar birbirleriyle kıyaslandığında; ağartma sonrası resin infiltrant uygulaması, sadece resin infiltrant uygulanan

gruptan anlamlı derecede yüksek  $L^*$  değeri gösterirken ( $p<0.05$ ), istatistiksel olarak anlamlı olmasa da sadece ağartma uygulanan gruba göre  $L^*$  değerinin daha yüksek olduğu belirlendi. Ayrıca bu sonuçları destekler nitelikte; rezin infiltrant ve ağartma uygulanan gruplar, ağartma sonrası rezin infiltrant uygulanan gruptan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük renk değişim değeri ( $\Delta E$ ) ve yüksek Vita Klasik renk değeri gösterdi ( $p<0.05$ ). Bu durum; hem rezin infiltrantın düşük kırılma indeksi, hem de ağartmanın etkisiyle ilişkilendirilebilir.

Ağartma işleminden sonra, diş renginde bir miktar geriye dönüş söz konusu olur. Ağartma tedavilerindeki oksidatif işlemler ile dişin oksijenle dolduğu ve optik özelliklerinin değişerek daha opak bir görüntü verdiği ileri sürülmüştür. Tedaviden yaklaşık 2 hafta sonra renkte görülen gerilemenin harcanan oksijene bağlı olduğu ve dişin gerçek rengini göstermeye başladığı bildirilmiştir (240). Bazı araştırmacılar ise renkte meydana gelen geri dönüşün, ağartma işleminden sonraki ilk ayda olduğunu bildirmişlerdir (241). Ağartma sonrası elde edilen diş renginde geriye dönüşün mekanizması tam olarak açıklanamamakla beraber, ağartma mekanizmasının tam tersi olarak düşünülmektedir (242). Daha önce okside olan bazı maddelerin kimyasal olarak azaldığı ve dişin eski rengini yansıtmaya başladığı öne sürülmüştür (243).

Çalışmamızda, sadece rezin infiltrasyon uygulaması, ağartma sonrası rezin infiltrant uygulanan gruptan düşük  $L^*$  ve  $\Delta E$  değeri gösterdi. Bu durum, sağlıklı diş ile benzer kırılma indeksi gösteren rezin infiltrantın uygulanması sonrasında, diş dokusunun başlangıç rengine geri dönmesiyle açıklanabilir. Sadece ağartma uygulamasının, ağartma sonrası rezin infiltrant uygulanan gruptan düşük  $L^*$  ve  $\Delta E$  değeri göstermesinin sebebi olarak ise; ağartma işleminden sonraki süre içerisinde rengin bir miktar geri döneceği, ancak ağartma sonrası rezin infiltrant uygulamasının bu renk alışverişine imkan sağlayan mine prizmalarını doldurarak pigment değişimini engelleyebileceği ve renk stabilizasyonu sağlayabileceği düşünüldü.

Demineralize diş dokusuna ağartma uygulamasının güvenilirliği ile ilgili çelişkili ve şu ana kadar yapılmış çok az sayıda çalışma mevcuttur;

Al-Qunaian (244) 'nin yaptığı bir çalışmada; %0.11 florür ve potasyum nitrat ilave edilmiş, %20 karbomit peroksit içeren beyazlatma ajanının mine çürüğüne duyarlılığı azalttığı görülmüştür.

Yapay mine çürük lezyonları ve sağlam mine üzerine %10'luk karbomit peroksitin etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada; peroksitin çürük minenin mineral kaybını arttırmadığı görülmüş, çürük aktivitesi olan mine üzerinde ağartma uygulamasında dikkatli olunması gerektiği vurgulanmıştır (245).

Tschoppe ve diğ. (246) ağartma ajanlarına florür ilave etmişler ve bunların demineralize sıgır dişlerinin remineralizasyonuna katkısı olmadığını görmüşlerdir. Ayrıca, pH değerlerinin değişimine rağmen, ACP bileşikleri ilave edilmiş ağartma ajanlarının gözle görülür şekilde remineralizasyonu etkilediğini saptamışlardır.

Berger ve diğ. (247) 'nin yaptıkları bir çalışmada; ağartma uygulamasının sağlam minenin demineralizasyonunu artırdığı görülürken, ağartma jeline Ca iyonu ya da ACP ilavesinin, her iki durumda da ağartma uygulaması sonucu minede oluşan demineralizasyonu engelleyemediği bildirilmiştir. Ayrıca, pH siklusu ile oluşturulan başlangıç çürük lezyonunun, ağartıcı ajan tipinden bağımsız olarak, ağartma uygulamasından etkilenmediği sonucuna varılmıştır.

Ağartma ajanlarının mine ve dentin üzerine etkilerinin değerlendirildiği başka bir çalışmada; ağartma uygulaması sonrası diş dokusundan kalsiyum ve florürün serbest kaldığı görülmüştür. Hidrojen peroksit konsantrasyonunun artışıyla doğru orantılı olarak, her iki elementin salınımının istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı ve minenin mikrosertliğinin azaldığı rapor edilmiştir (248).

Bizim çalışmamızda da; sağlam minenin mikrosertlik değerleri, demineralizasyon sonrasında anlamlı şekilde azalırken ( $p<0.05$ ), deneysel uygulamalar sonrasında ise artış gösterdi. Rezin infiltrant ve ağartma sonrası rezin infiltrant uygulanan gruplar sağlam mineyle kıyaslandığında anlamlı derecede yüksek mikrosertlik değerleri gösterirken ( $p<0.05$ ), sadece ağartma uygulanan grup sağlam mine ile kıyaslandığında anlamlı derecede düşük mikrosertlik değeri gösterdi ( $p<0.05$ ). Sadece rezin infiltrant ve ağartma sonrası rezin infiltrant uygulamasının,



minenin mikrosertliğinin başlangıca göre arttırması; poröz demineralize mine yapısı içerisine penetre olan rezinin yüksek mikrosertlik değeri ile açıklanabilir. Aslında burada mikrosertlik ölçümü sadece mineye değil, rezin ile doldurulmuş mineye yapılmaktadır.

Ağartma uygulaması sonrasında mikrosertlik değerlerinin, başlangıca göre daha düşük ve demineralizasyon sonrasına göre ise daha yüksek görülmesi; ağartma ajanı içeriğinde bulunan potasyum nitrat, florür konsantrasyonlarıyla ve pH siklusu boyunca temasta olduğu remineralizasyon solüsyonuyla ilişkilendirilebilir.

Literatürde, ağartma sonrası rezin infiltrant uygulamasının demineralize minede oluşturduğu yapısal ve görsel değişikliklerinin değerlendirildiği bir çalışma bulunmamaktadır.

Beyaz nokta lezyonlarının tedavisine yönelik uygulamalarda karşılaşılan olumsuzluklar, araştırmacıları alternatif tedavi metotları arayışına itmiş ve rezin infiltrasyon tekniği gündeme gelmiştir.

Yeni bir tedavi seçeneği olan, beyaz nokta lezyonlarının rezin infiltrasyonun temel amacı; çürüğün ilerlemesinin önlenmesi iken, diğer olumlu etkisi ise labial yüzeylerdeki lezyonlara uygulandığında estetik iyileşmenin kısa sürede gerçekleşmesidir. Ayrıca bu tekniğin, mikroabrazyon ile kıyaslandığında daha az girişimsel olduğu görülmektedir (11,157).

Paris ve diğ. (213) rezin infiltrant uygulanmış mine demineralizasyonlarını, herhangi bir uygulama yapılmamış lezyonlarla kıyasladıklarında, pH değişiklikleri sonrası mineral kaybının azaldığını ve mikrosertliğin anlamlı derecede arttığını saptamışlardır. Ayrıca, ikinci kez rezin uygulamasının da lezyon gövdesindeki polimerizasyon büzülmesi sonucu oluşan poröziteleri doldurarak, mikrosertliği anlamlı derecede arttırdığı sonucuna varmışlardır.

Torres ve diğ. (249) 'nin yaptıkları bir çalışmada, mine çürük lezyonlarının; florür uygulaması ve rezin infiltrant uygulaması sonrasında mikrosertliğin anlamlı derecede artığı, hatta pH döngüsü sonrasında bile günlük %0.05'lik florür ve rezin infiltrant uygulanan grupların benzer mikrosertlik değerleri gösterdiği belirlenmiştir.

Ancak, mikrosertliğin bu işlemler sonrasında bir miktar azalmasını, rezinin polimerizasyonu sırasında büzülmesi ya da tamamen lezyon gövdesine penetre olamaması sonucu kalan mineral yapının çözünmesine bağlamışlardır. Bu sorunun çözümü için; rezin infiltrant uygulamasının tekrarlanmasını önermişlerdir. Çalışmada rezin infiltrant uygulanmış grupların diğer gruplara göre daha yüksek mikrosertlik değeri göstermesini, lezyon gövdesindeki poröz yapıya rezinin penetre olarak mekanik dayanıklılığı arttırmasıyla açıklamışlardır.

Başlangıç çürüklerinin durdurulması için rezin infiltrant ve fissür örtücü uygulamalarının mine yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertliği üzerine etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada; rezin infiltrant uygulanmış grupların, fissür örtücü uygulanmış gruplara göre önemli derecede yüksek Vicker's sertlik değeri gösterdiği sonucuna varılmıştır. Gruplar arasında yüzey pürüzlülüğü açısından ise anlamlı bir fark bulunmamıştır (250).

Çalışmamızın bulguları, bu araştırmaları destekler niteliktedir. Resin infiltrant ve ağartma sonrası resin infiltrant uygulanan gruplar sağlam mineyle kıyaslandığında anlamlı derecede yüksek Vicker's mikrosertlik değerleri gösterdi ( $p<0.05$ ). İstatistiksel olarak anlamlı olmasa da ağartma sonrası resin infiltrant uygulanmış gruplar, sadece resin infiltrant uygulanmış gruplardan daha düşük mikrosertlik değeri gösterdi. Bu durum; ağartma uygulamasının, resin infiltrantın lezyon gövdesinin daha derinlerine penetrasyonunu azaltması ile açıklanabilir.

Resin infiltrant uygulamasının, beyaz nokta lezyonlarının maskelenmesi üzerine olumlu etkisi daha önce yapılan çalışmalarda saptanmış, demineralize olmuş minenin beyaz opak görünümünün değişerek, doğal diş rengine döndüğü görülmüştür (11,157,251).

Yuan ve diğ. (252) beyaz nokta lezyonlarının estetik iyileşmesinde kullanılan resin infiltrasyon tekniğinin; florür ve CPP-ACP uygulamalarına göre daha etkili olduğunu bulmuşlar, fakat uzun dönem etkilerinin değerlendirilmesi için ilave klinik çalışmaların gerekliliğini vurgulamışlardır.

Borges ve diğ. (253) başlangıç mine lezyonlarına farklı adezivler ve resin

infiltrant uygulanmış örnekleri boya çözeltilerine tabi tutarak, renk stabilitelelerini değerlendirmişlerdir. Rezin infiltrant, diğer adezivlere göre en yüksek boyanma değerini göstermiştir. Ayrıca, polisaj işlemlerinin tekrarlanması renk değişimini anlamlı derecede azaltmıştır. Araştırmacılar, rezin infiltrantın boyanmaya karşı duyarlılığının; rezinin su emilimi ve çözünme oranını etkileyen, ayrıca üretici firma tarafından hakkında detaylı bilgi verilmeyen rezin matris tipine bağlı olarak gelişebileceğini açıklamışlardır. Rezinin polimerizasyonunun ortamdaki oksijen tarafından engellenmesi sonucu oluşan boşluklara ya da polimerizasyon büzülmesi sonucu ortaya çıkan homojen olmayan alanlara, renk pigmentlerinin penetrasyonu sonucu; rezinin, renklenmeye karşı duyarlılığının artmış olabileceği düşünülmektedir.

Torres ve diğ. (251) yaptıkları bir çalışmada, rezin infiltrasyon tekniğinin beyaz nokta lezyonlarının maskelenmesinde etkili bir tedavi olduğu ve asidik değişikliklerden sonra bile renk değişiminin en düşük değerde olduğu görülmüştür.

Rezin infiltrasyon tekniğinde, başlangıç mine çürüklerinin lezyon gövdesindeki poröz yapının düşük viskoziteli rezin ile doldurulması sonucu beyaz opak görünüm maskelenmektedir. Rezin infiltrantın kırılma indeksi (1.47), sıklıkla bu mikroporöziteyi dolduran su (1.33) ve havanın (1.0) kırılma indeksine göre mineye (1.65) daha yakındır. Lezyon, rezin ile doldurulduğunda saydamlığını yeniden kazandığı, görünümünün etrafındaki sağlam mineye benzediği ve dışın estetik görünümünün iyileştiği bildirilmektedir (157,251).

Aslında rezin infiltrant uygulamasının estetik sonuçları tam olarak tahmin edilemez, fakat beyaz opak görünüm tamamen maskelenmese bile, rezin infiltrant uygulaması sonrası estetik diş görünümünde dikkate değer bir iyileşme belirlenebilmektedir. (157). Bu sonuç, lezyonun derinliği ve aktivitesine bağlıdır. Henüz derinleşmemiş, yüzeysel tabakası ince olan, erken dönemdeki, aktif mine çürüklerinde daha iyi sonuçlar elde edilebilir (254).

Genellikle, ortodontik tedavi sonrası görülen beyaz nokta lezyonları estetik görünümü olumsuz etkileyerek, tedavinin sonucundan memnuniyeti azaltır (255).

Bu amaçla, diş hekimleri güncel bir yaklaşım olan rezin infiltrasyon tekniğini tercih etmektedirler. Ancak, bu lezyonlar rezin ile maskelendiği zaman, beyazımsı görünüm kaybolarak, dişler eski rengine döner ve bazı hastalar dişlerinin renginin koyulaştığını düşünürler (239).

Bu durumda rezin infiltrasyon tedavisine ilave olarak, ağartma işleminin uygulanması akla gelebilir. Bu düşünceden yola çıkararak, demineralize mineye rezin infiltrant sonrası ağartma uygulamasının etkinliğinin değerlendirildiği bir çalışmada; rezin infiltrantın peroksitin geçişini engelleyen bir tıkaç oluşturarak, ağartmanın anlamlı bir renk değer işimi oluşturmadığı sonucuna varılmıştır (239).

Bizim alışmamızda ise; mine beyaz nokta lezyonlarına uygulanan hidrojen peroksitin ve sonrasında uygulanan rezin infiltrantın diş sert dokularında oluşturacağı görsel ve fiziksel etkiler değerlendirildi.

Bütün deneysel uygulamaların, başlangıç ve demineralizasyon sonrasına göre renk değer işim değerlerinin  $\Delta E > 3.8$ 'den büyük olduğu saptandı. Bu değer, O'Brien'ın klinik olarak renk eşleşmesi ve NBS kriterlerine göre; sırasıyla "klinik olarak ilk renk ile uyumsuz" ve "ok fazla, belirgin renk değer işimi"ni ifade etmektedir. Sonuçlar; ağartma ve rezin infiltrant uygulamaları sonucu oluşan belirgin renk değer işiminin, hastaları olumlu yönde etkileyeceği teorisini desteklemektedir.

Ayrıca bütün gruplarda; deneysel uygulamalar sonrası oluşan renk değer işim değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu. En yüksek renk değer işim değerini; ağartma sonrası rezin infiltrant uygulaması ( $\Delta E = 23.80$ ), ardından ağartma uygulaması ( $\Delta E = 17.78$ ) ve en düşük değer i ise rezin infiltrasyon uygulaması  $\Delta E$  (16.18) gösterdi.  $\Delta E$  değerindeki bu farklılık, diş renginin daha beyaz görünmesini ifade eden  $L^*$  değerindeki artış ve  $b^*$  ve  $a^*$  değerindeki azalma ile uyumluydu. Tek başına rezin infiltrant uygulanan grupların ağartma uygulanan gruplara göre; yüksek klasik renk değer i ve  $b^*$  değer i, ayrıca düşük  $L^*$  ve renk değer işim değer i göstermesini; demineralize dokuya infiltre olan rezinin, sağlıklı diş dokusuna yakın kırılma indeksine sahip olmasına bağlayabiliriz.

SEM görüntülerinde, başlangıç mine lezyonu oluşturulan örneklerde minenin

yüzealtı tabakasının erozyona uğradığı görülmektedir. İnterprizmatik bölgelerde, mineral kayıplarına bağlı aralanmalar ve prizma kınlarında çözünmeler dikkat çekmektedir. Demineralizasyon sonrası ağartma uygulanan grupta ise, bu çözünmüş ve aralanmış interprizmatik aralıklar boyunca, yapıların remineralize olduğunu destekler nitelikte görüntüler mevcuttur. Bu durum, ağartma ajanındaki florür, potasyum nitrat ve pH döngüsü boyunca maruz kalınan remineralizasyon solüsyonuna bağlı olarak gelişen yeniden mineral depolanması ile ilişkilendirilebilir. Çalışmamızın bulguları; daha önce bahsedilen çalışmalarda da olduğu gibi ağartma ajanının neden olduğu demineralizasyon benzeri etkinin, ağız koşullarında kısa sürede geri döneceği sonuçlarını destekler niteliktedir. Demineralizasyon sonrası ağartma uygulanan grupta mikrosertliğin artması da remineralizasyon bulgularına ait SEM görüntüleriyle örtüşmektedir. (121,247).

Ağartma sonrası rezin infiltrant uygulanan gruplarda rezinin penetrasyon derinliğinin, tek başına rezin infiltrant uygulanan gruplara göre daha az olması, ağartma ajanının remineralizasyona katkısının olması durumuyla açıklanabilir. Remineralize olmuş lezyon gövdesinde poröz yapının azalması, rezinin infiltrasyonunu sınırlandırmış olabilir.

Ayrıca, rezinin penetrasyonunu daha iyi açıklayabilmek için HCL asit uygulanmış mine örneği ile rezin infiltrant uygulanmış mine örneği karşılaştırıldığında, rezinin asitin oluşturduğu tüm erozyon alanını doldurduğu izlenmektedir.

## 6. SONUÇLAR

Bu in vitro çalışmada,

1. Demineralizasyon sonrası minenin mikrosertliğinin azaldığı belirlendi. Demineralize mineye ağartma uygulamasının ise; materyalin içeriğindeki florür ve aynı zamanda pH siklusu boyunca maruz kalınan remineralizasyon solüsyonunun etkisiyle minenin mikrosertliğini arttırdığı gözlemlendi.

2. Ağartma sonrasında uygulanan rezinin lezyon gövdesine infiltre olarak, demineralizasyon sonrası azalan mikrosertliği arttırdığı saptandı. Bunun sonucunda, uygulanan rezine bağlı olarak, sağlam mineden daha yüksek yüzey mikrosertlik değerleri elde edildi.

3. Ağartma sonrası rezin infiltrant uygulanan gruplarda; ağartma uygulaması ile elde edilen mikrosertlik artışının, sadece rezin infiltrant uygulanan gruplara göre fazla olmadığı görüldü. Ağartma sonrası rezin infiltrant uygulanan gruplar ile sadece rezin infiltrant uygulanan gruplar benzer yüzey mikrosertlik iyileşme değerleri gösterdi.

4. Ağartma işlemi ve sağlıklı dişten daha düşük kırılma indeksine sahip rezin infiltrant uygulamaları sonrası örneklerden, başlangıç rengine göre daha açık renk değerleri elde edildi.

5. Resin infiltrasyon öncesinde ağartma işleminin yapılması klinik olarak gözlenebilen renk değişimi sağladı ve rezin infiltrant ile maskelenmiş minenin, beyaz opak görüntüsü kaybolarak, başlangıç rengine göre daha açık renk değerleri ölçüldü.

6. Resin infiltrasyon öncesi ağartma işlemi uygulandığında rezinin penetrasyonu negatif yönde etkilendi.

Sonuç olarak, beyaz nokta lezyonlarının ağartılması ile elde edilen renk estetik olarak tatmin edici düzeydedir. Ancak, bu işlem sonucunda minenin fiziksel özelliklerinde istenmeyen değişikliklerin ortaya çıkması araştırmacıları kaygılandırmaktadır. Bizim çalışmamızda ise beyaz nokta lezyonlarına ağartma işlemi sonrasında rezin infiltrant uygulanarak elde edilen tatmin edici sonuçta olumsuz bir geri dönüşüm izlenmezken, fiziksel özelliklerini de olumlu yönde desteklediği gözlemlendi. Ancak, bu çalışma in vitro koşullarda gerçekleştirilmiş olup, konuyla ilgili uzun süreli klinik çalışmalarla da desteklenmesi gerekmektedir.

### KAYNAKLAR

1. Roberson, T.M.,Lundeen, T.F. (2006). *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry Cariology* (5 bs.). St.Louis, Missouri: Mosby Elsevier.
2. Murdoch-Kinch, C.A.,McLean, M.E. (2003). Minimally invasive dentistry. *Journal of the American Dental Association*, 134 (1), 87-95.
3. Belli, R., Rahiotis, C., Schubert, E.W., Baratieri, L.N., Petschelt, A.,Lohbauer, U. (2011). Wear and morphology of infiltrated white spot lesions. *Journal of Dentistry*, 39 (5), 376-385.
4. Korkut, B. (2012). Ön bölgedeki defektlere direkt kompozit rezin restorasyonlarla estetik yaklaşımlar: 3 olgu Sunumu. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 6, 7-15.
5. Esener, T. (2003). Diş ağartma yöntemlerine bir bakış. *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 6 (1), 64-66.
6. Zorba, Y.O., Ercan, E. (2008). Direkt uygulanan kompozit laminate veneerlerin klinik değerlendirilmeleri: İki olgu sunumu. *Samsun Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 17, 130-135.
7. Yamanel, K. (2011). Diş renklenme sebepleri ve diş beyazlatma yöntemlerinin değerlendirilmesi (Derleme). *Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 3 (1), 47-59.
8. Çelik, E.U., Yazkan, B.,Katırcı, G. (2011). Başlangıç çürük lezyonlarının tedavisi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 21 (1), 48-56.
9. Knosel, M., Attin, R., Becker, K.,Attin, T. (2007). External bleaching effect on the color and luminosity of inactive white-spot lesions after fixed orthodontic appliances. *Angle Orthodontics*, 77 (4), 646-652.
10. Berga-Caballero, A., Forner-Navarro, L.,Amengual-Lorenzo, J. (2006). At-home vital bleaching: a comparison of hydrogen peroxide and carbamide peroxide treatments. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 11 (1), E94-99.

11. Kielbassa, A.M., Muller, J., Gernhardt, C.R. (2009). Closing the gap between oral hygiene and minimally invasive dentistry: a review on the resin infiltration technique of incipient (proximal) enamel lesions. *Quintessence International*, 40 (8), 663-681.
12. Robinson, C., Brookes, S.J., Kirkham, J., Wood, S.R., Shore, R.C. (2001). In vitro studies of the penetration of adhesive resins into artificial caries-like lesions. *Caries Research*, 35 (2), 136-141.
13. Paris, S., Meyer-Lueckel, H., Mueller, J., Hummel, M., Kielbassa, A.M. (2006). Progression of sealed initial bovine enamel lesions under demineralizing conditions in vitro. *Caries Research*, 40 (2), 124-129.
14. Martignon, S., Ekstrand, K.R., Ellwood, R. (2006). Efficacy of sealing proximal early active lesions: an 18-month clinical study evaluated by conventional and subtraction radiography. *Caries Research*, 40 (5), 382-388.
15. Gwinnett, A.J. (1992). Structure and composition of enamel. *Operative Dentistry*, Suppl 5, 10-17.
16. Schroeder, H.E., Luder, H.U., Bosshardt, D.D. (1992). Morphological and labeling evidence supporting and extending a modern theory of tooth eruption. *Schweizerische Monatsschrift Fur Zahnmedizin*, 102 (1), 20-31.
17. Haznedaroğlu, E.A. (2008). *Cam İyonomer Esaslı Fissür Örtücünün, Farklı Yüzey Hazırlama Teknikleri Uygulanarak, Çürüksüz ve Çürüklü Mine Mikrosertliğine ve Adaptasyonuna Etkisinin in-vitro Olarak İncelenmesi*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
18. Summitt, J.B., Robbins, J.W., Schwartz, R.S. (2006). *Fundamentals of operative dentistry: a contemporary approach* (3 bs.). Carol Stream, Quintessence Pub. Co. Inc.
19. James, K.A. (2011). Structure and Function of the Teeth. K. A. James, F. S. Pauline & A. Nancy (Ed.). *Oral development and histology*. (3 bs.): Newyork: Thieme Medical Pub Inc.



20. Ten Cate, J.M., Larsen, M.J., Pearce, E.I.F., Fejerskov, O. (2008). Chemical interactions between the tooth and oral fluids. O. Fejerskov & E. A. M. Kidd (Ed.). *Dental Caries. The Disease and its Clinical Management* (2. bs., s. 209-231). Oxford: Blackwell Pub Co.
21. Kidd, E.A., Fejerskov, O. (2004). What constitutes dental caries? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms. *Journal of Dental Research*, 83 Spec No C, C35-38.
22. Pitts, N.B. (2004). Modern concepts of caries measurement. *Journal of Dental Research*, 83 Spec No C, C43-47.
23. Fejerskov, O. (1997). Concepts of dental caries and their consequences for understanding the disease. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 25, 5-12.
24. Fejerskov, O. (2004). Changing paradigms in concepts on dental caries: consequences for oral health care. *Caries Research*, 38 (3), 182-191.
25. Scheie, A.A., Petersen, F.C. (2004). The Biofilm Concept: Consequences for Future Prophylaxis of Oral Diseases? *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, 15 (1), 4-12.
26. Marsh, P.D. (1999). Microbiologic aspects of dental plaque and dental caries. *Dental Clinics of North America*, 43 (4), 599-614.
27. Featherstone, J.D. (2000). The science and practice of caries prevention. *Journal of the American Dental Association*, 131 (7), 887-899.
28. Featherstone, J.D. (2004). The continuum of dental caries--evidence for a dynamic disease process. *Journal of Dental Research*, 83 Spec No C, C39-42.
29. Caufield, P.W., Griffen, A.L. (2000). Dental caries. An infectious and transmissible disease. *Pediatric Clinics of North America*, 47 (5), 1001-1019.
30. Barron, R.P., Carmichael, R.P., Marcon, M.A., Sandor, G.K. (2003). Dental erosion in gastroesophageal reflux disease. *Journal of the Canadian Dental Association*, 69 (2), 84-89.

31. Dawes, C. (2003). What Is the Critical pH and Why Does a Tooth Dissolve in Acid? *Journal of the Canadian Dental Association*, 69 (11), 722-724.
32. Murdoch-Kinch, C.A.,McLean, M.A. (2003). Minimal Invasive Dentistry. *Journal of the American Dental Association*, 134, 87-95.
33. Fosdick, L.S.,Starke, A.C. (1939). Solubility of tooth enamel in saliva at various pH levels. *Journal of Dental Research*, 18 (5), 417.
34. Stephan, R.M. (1940). Changes in hydrogen-ion concentration on tooth surfaces and in carious lesions. . *Journal of the American Dental Association*, 27, 718-723.
35. Sütlaş, E. (2011). *Başlangıç Mine Lezyonlarının Tedavisinde Fluorid İlave Edilmiş Kazein Fosfopeptit Amorföz Kalsiyum Fosfat (CPP-ACP) İle Fluoridli Sütün Etkinliğinin Araştırılması*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
36. Zero, D.T. (1999). Dental Caries Process. *Dental Clinics of North America*, 43, 635-664.
37. Garcia-Godoy, F.,Hicks, M.J. (2008). Maintaining the integrity of the enamel surface: the role of dental biofilm, saliva and preventive agents in enamel demineralization and remineralization. *Journal of the American Dental Association*, 139 Suppl, 25S-34S.
38. Fejerskov, O.,Thylstrup, A. (1994). Clinical and pathological features of dental caries. O. Fejerskov (Ed.). *Textbook of clinical cariology* (2 bs., s. 111-157): Munksgaard
39. Margolis, H.C., Zhang, Y.P., Lee, C.Y., Kent, R.L., Jr.,Moreno, E.C. (1999). Kinetics of enamel demineralization in vitro. *Journal of Dental Research*, 78 (7), 1326-1335.
40. Berkowitz, B.K.B., Holland, G.R.,Moxham, B.J. (2002). Enamel B. K. B. Berkowitz (Ed.). *Oral anatomy, histology and embriology* (3 bs., s. 101-118). Michigan, Mosby.

41. Seow, W.K. (1998). Biological mechanisms of early childhood caries. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 26 (1 Suppl), 8-27.
42. Hicks, M.J., Flaitz, C.M., Silverstone, L.M. (1985). Initiation and progression of caries-like lesions of enamel: effect of periodic treatment with synthetic saliva and sodium fluoride. *Caries Research*, 19 (6), 481-489.
43. Iijima, Y., Takagi, O., Ruben, J., Arends, J. (1999). In vitro remineralization of in vivo and in vitro formed enamel lesions. *Caries Research*, 33 (3), 206-213.
44. Featherstone, J.D. (2008). Dental caries: a dynamic disease process. *Australian Dental Journal*, 53 (3), 286-291.
45. Hicks, J., Garcia-Godoy, F., Flaitz, C. (2004). Biological factors in dental caries: role of remineralization and fluoride in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 3). *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 28 (3), 203-214.
46. Axelsson, P. (2000). *Diagnosis and risk prediction of dental caries* (1 bs.). Karlstad, Sweden; Quintessence Pub Co.
47. Darling, A.I. (1961). The selective attack of caries on the dental enamel. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*, 29, 354-369.
48. Robinson, C., Shore, R.C., Brookes, S.J., Strafford, S., Wood, S.R., Kirkham, J. (2000). The chemistry of enamel caries. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, 11 (4), 481-495.
49. Shellis, R.P., Hallsworth, A.S., Kirkham, J., Robinson, C. (2002). Organic material and the optical properties of the dark zone in caries lesions of enamel. *European Journal of Oral Science*, 110 (5), 392-395.
50. Silverstone, L.M. (1973). Structure of carious enamel, including the early lesion. *Oral Science Reviews*, 3, 100-160.
51. Ernest, N. (1989). Histopathology of dental caries. *Cariology* (3 bs., s. 248-258). Michigan; Quintessence Pub Co.

52. Brännström, M., Garberoglio, R. (1972). The Dentinal Tubules and the Odontoblast Processes a Scanning Electron Microscopic Study. *Acta Odontologica Scandinavica*, 30 (3), 291-311.
53. Frank, R.M., Voegel, J.C. (1980). Ultrastructure of the human odontoblast process and its mineralisation during dental caries. *Caries Research*, 14 (6), 367-380.
54. Keleş, K. (2010). Mine Yüzeyindeki Beyaz Lezyonların "CPP-ACP" İle Remineralizasyonu Sonrası Braket Bağlanma Dayanımlarının İncelenmesi: In Vitro. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana.
55. LeGeros, R.Z. (1990). Chemical and crystallographic events in the caries process. *Journal of Dental Research*, 69 Spec No, 567-574; discussion 634-566.
56. Barnes, C.M. (2005). Dental hygiene participation in managing incipient and hidden caries. *Dental Clinics of North America*, 49 (4), 795-813.
57. Ismail, A.I. (1997). Clinical diagnosis of precavitated carious lesions. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 25 (1), 13-23.
58. Pitts, N.B. (1997). Diagnostic tools and measurements--impact on appropriate care. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 25 (1), 24-35.
59. Ekstrand, K.R., Ricketts, D.N., Kidd, E.A., Qvist, V., Schou, S. (1998). Detection, diagnosing, monitoring and logical treatment of occlusal caries in relation to lesion activity and severity: an in vivo examination with histological validation. *Caries Research*, 32 (4), 247-254.
60. Ekstrand, K.R., Kuzmina, I., Bjorndal, L., Thylstrup, A. (1995). Relationship between external and histologic features of progressive stages of caries in the occlusal fossa. *Caries Research*, 29 (4), 243-250.
61. Pitts, N. (2004). "ICDAS"--an international system for caries detection and assessment being developed to facilitate caries epidemiology, research and appropriate clinical management. *Community Dental Health*, 21 (3), 193-198.

62. Akkurt, M.D., Polat, G.G., Altun, C.,Başak, F. (2010). Beyaz nokta lezyonlarının teşhis ve tedavi yöntemleri. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 4 (2), 536-544.
63. Kidd, E.A.M., Mejare, I.,Nyvad, B. (2003). Clinical and radyographical diagnosis. O. Fejerskov & E. Kidd (Ed.). *Dental caries. The disease and its clinical management*. (2 bs., s. 111-127).Oxford; Blackwell Munksgaard.
64. Ekstrand, K.R., Ricketts, D.N.J.,Kidd, E.A.M. (1997). Reproducibility and accuracy of three methods for assessment of demineralization depth on the occlusal surface: An in vitro examination. *Caries Research*, 31 (3), 224-231.
65. Zandona, A.F.,Zero, D.T. (2006). Diagnostic tools for early caries detection. *Journal of the American Dental Association*, 137 (12), 1675-1684.
66. Lussi, A. (1993). Comparison of Different Methods for the Diagnosis of Fissure Caries without Cavitation. *Caries Research*, 27 (5), 409-416.
67. Ekstrand, K., Qvist, V.,Thylstrup, A. (1987). Light-Microscope Study of the Effect of Probing in Occlusal Surfaces. *Caries Research*, 21 (4), 368-374.
68. Lussi, A. (1991). Validity of Diagnostic and Treatment Decisions of Fissure Caries. *Caries Research*, 25 (4), 296-303.
69. Korkut, B., Tağtekin, D.A.,Yanıkoğlu, F.Ç. (2011). Diş Çürüklerinin Erken Teşhisi ve Teşhiste Yeni Yöntemler: QLF, Diagnodent, Elektriksel İletkenlik ve Ultrasonik Sistem. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 32, 55-67.
70. Kühnisch, J., Heinrich-Weltzien , R., Tranæus, S., Angmar-Mansson, B.,Stöber, L. (2002) Quantitative light- induced fluorescence measurement - a future method for the dentist? *Quintessence International*, 53 (2), 131-141.
71. Lussi, A., Megert, B., Longbottom, C., Reich, E.,Francescut, P. (2001). Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions. *Euopenr Journal of Oral Science*, 109 (1), 14-19.
72. Hafstrom-Bjorkman, U., Sundstrom, F., de Josselin de Jong, E., Oliveby, A.,Angmar-Mansson, B. (1992). Comparison of laser fluorescence and

- longitudinal microradiography for quantitative assessment of in vitro enamel caries. *Caries Research*, 26 (4), 241-247.
73. Lussi, A., Imwinkelried, S., Pitts, N., Longbottom, C., Reich, E. (1999). Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Research*, 33 (4), 261-266.
74. Shi, X.Q., Welander, U., Angmar-Mansson, B. (2000). Occlusal caries detection with KaVo DIAGNOdent and radiography: an in vitro comparison. *Caries Research*, 34 (2), 151-158.
75. Shi, X.Q., Tranaeus, S., Angmar-Mansson, B. (2001). Validation of DIAGNOdent for quantification of smooth-surface caries: an in vitro study. *Acta Odontologica Scandinavica*, 59 (2), 74-78.
76. Pinelli, C., Campos, S.M., de Castro Monteiro Loffredo, L. (2002). Validity and reproducibility of a laser fluorescence system for detecting the activity of white-spot lesions on free smooth surfaces in vivo. *Caries Research*, 36, 19-24.
77. Mendes, F.M., Nicolau, J., Duarte, D.A. (2003). Evaluation of the effectiveness of laser fluorescence in monitoring in vitro remineralization of incipient caries lesions in primary teeth. *Caries Research*, 37 (6), 442-444.
78. Mendes, F.M., Siqueira, W.L., Mazzitelli, J.F., Pinheiro, S.L., Bengtson, A.L. (2005) Performance of DIAGNOdent for detection and quantification of smooth-surface caries in primary teeth. *Journal of Dentistry*, 33 (1), 79-84.
79. Aljehani, A., Tranaeus, S., Forsberg, C.M., Angmar-Mansson, B., Shi, X.Q. (2004). In vitro quantification of white spot enamel lesions adjacent to fixed orthodontic appliances using quantitative light-induced fluorescence and DIAGNOdent. *Acta Odontologica Scandinavica*, 62 (6), 313-318.
80. Hall, A.F., DeSchepper, E., Ando, M., Stookey, G.K. (1997). In vitro studies of laser fluorescence for detection and quantification of mineral loss from dental caries. *Advances in Dental Research*, 11 (4), 507-514.

81. Al-Khateeb, S., Forsberg, C.M., de Josselin de Jong, E., Angmar-Mansson, B. (1998). A longitudinal laser fluorescence study of white spot lesions in orthodontic patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 113 (6), 595-602.
82. Pretty, I.A. (2006). Caries detection and diagnosis: novel technologies. *Journal of Dentistry*, 34 (10), 727-739.
83. Longbottom, C., Huysmans, M.C. (2004). Electrical measurements for use in caries clinical trials. *Journal of Dental Research*, 83 Spec No C, C76-79.
84. Choksi, S.K., Brady, J.M., Dang, D.H., Rao, M.S. (1994). Detecting approximal dental caries with transillumination: a clinical evaluation. *Journal of the American Dental Association*, 125 (8), 1098-1102.
85. Cortes, D.F., Ellwood, R.P., Ekstrand, K.R. (2003). An in vitro comparison of a combined FOTI/visual examination of occlusal caries with other caries diagnostic methods and the effect of stain on their diagnostic performance. *Caries Research*, 37 (1), 8-16.
86. Hall, A., Girkin, J.M. (2004). A review of potential new diagnostic modalities for caries lesions. *Journal of Dental Research*, 83 Spec No C, C89-94.
87. Ng, S.Y., Ferguson, M.W., Payne, P.A., Slater, P. (1988). Ultrasonic studies of unblemished and artificially demineralized enamel in extracted human teeth: a new method for detecting early caries. *Journal of Dentistry*, 16 (5), 201-209.
88. Caliskan Yanikoglu, F., Ozturk, F., Hayran, O., Analoui, M., Stookey, G.K. (2000). Detection of natural white spot caries lesions by an ultrasonic system. *Caries Research*, 34 (3), 225-232.
89. Peker, K., Bermek, G. (2008). Diş Çürüklerinin Etiyolojisinde Ve Önlenmesinde Fermente Olabilen Karbonhidratların Önemi. *İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 42 (3-4), 1-9.
90. Scientific consensus conference on methods for assessment of the cariogenic potential of foods. American Dental Association Health Foundation Research

- Institute. (1985). *Journal of the American Dental Association, San Antonio, Texas*, 65, 1473- 1543.
91. van der Veen, M.H., Mattousch, T.,Boersma, J.G. (2007). Longitudinal development of caries lesions after orthodontic treatment evaluated by quantitative light-induced fluorescence. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 131 (2), 223-228.
  92. Seppa, L. (1983). Effect of dental plaque on fluoride uptake by enamel from a sodium fluoride varnish in vivo. *Caries Research*, 17 (1), 71-75.
  93. Külekçi, G., Çintan, S.,Dülger, O. (1999). Diş Hekimliğinde Antimikrobiyal Ağız Gargaralarının Kullanımı. *Ankem Dergisi*, 13 (3), 208-213.
  94. Özdemir, İ. (1977). Genel Anorganik ve Temel Kimya. Hacettepe Taş Yayınevi.
  95. Küçükeşmen, Ç.,Sönmez, H. (2008). Diş hekimliğinde florun, insan vücudu ve dişler üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 15, 43-53.
  96. Hutton, W.L., Linscott, B.W.,Williams, D.B. (1951). The Brantford fluorine experiment. Interim report after five years of water fluoridation. *Canadian Journal of Public Health*, 42 (3), 81-87.
  97. Hellwig, E.,Lussi, A. (2001). What is the Optimum Fluoride Concentration Needed for the Remineralization Process? *Caries Research*, 35 (1), 57-59.
  98. Chow, L.C. (1990). Tooth-bound fluoride and dental caries. *J Dent Res*, 69 Spec No, 595-600; discussion 634-596.
  99. Elmas, E.Y. (2007). *Şekersiz (Tatlandırıcılı) Sakızlara İlave Edilen Florid İçerikli Bileşiklerin, Mine Başlangıç Çürük Lezyonları Üzerindeki Remineralizasyon Etkisinin, İnsitu Değerlendirilmesi*. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
  100. Fabien, V., Obry-Musset, A.M., Hedelin, G.,Cahen, P.M. (1996). Caries prevalence and salt fluoridation among 9-year-old schoolchildren in Strasbourg, France. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 24 (6), 408-411.



101. de Crousaz, P., Marthaler, T.M., Wiesner, V., Bandi, A., Steiner, M., Robert, A. ve diğeri. (1985). Caries prevalence in children after 12 years of salt fluoridation in a canton of Switzerland. *Schweizerische Monatsschrift Fur Zahnmedizin*, 95 (9), 805-815.
102. Ebstein, J.B., Chin, E.A., Jacobson, J.J., Rihisraj, B., Le, N. (1998). The relationships among fluoride, cariogenic oral flora, and salivary flow rate during radiation therapy. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 86 (3), 286-292.
103. Margolis, H.C., Moreno, E.C. (1990). Physicochemical perspectives on the cariostatic mechanisms of systemic and topical fluorides. *Journal of Dental Research*, 69 Spec No, 606-613; discussion 634-606.
104. Øgaard, B. (2008). White Spot Lesions during Orthodontic Treatment: Mechanisms and Fluoride Preventive Aspects. *Seminars in Orthodontics*, 14 (3), 183-193.
105. Beltran-Aguilar, E.D., Goldstein, J.W., Lockwood, S.A. (2000). Fluoride varnishes. A review of their clinical use, cariostatic mechanism, efficacy and safety. *Journal of the American Dental Association*, 131 (5), 589-596.
106. Reynolds, E.C. (2008). Calcium phosphate-based remineralization systems: scientific evidence? *Australian Dental Journal*, 53 (3), 268-273.
107. Cochrane, N.J., Saranathan, S., Cai, F., Cross, K.J., Reynolds, E.C. (2008). Enamel subsurface lesion remineralisation with casein phosphopeptide stabilised solutions of calcium, phosphate and fluoride. *Caries Research*, 42 (2), 88-97.
108. Cross, K.J., Huq, N.L., Palamara, J.E., Perich, J.W., Reynolds, E.C. (2005). Physicochemical characterization of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate nanocomplexes. *Journal of Biological Chemistry*, 280 (15), 15362-15369.
109. Shen, P., Cai, F., Nowicki, A., Vincent, J., Reynolds, E.C. (2001). Remineralization of enamel subsurface lesions by sugar-free chewing gum containing casein

- phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *Journal of Dental Research*, 80 (12), 2066-2070.
110. Reynolds, E.C., Cain, C.J., Webber, F.L., Black, C.L., Riley, P.F., Johnson, I.H. ve diğ erleri. (1995). Anticariogenicity of calcium phosphate complexes of tryptic casein phosphopeptides in the rat. *Journal of Dental Research*, 74 (6), 1272-1279.
111. Reynolds, E.C. (1998). Anticariogenic complexes of amorphous calcium phosphate stabilized by casein phosphopeptides: a review. *Special Care in Dentistry*, 18 (1), 8-16.
112. Rose, R.K. (2000). Binding characteristics of *Streptococcus mutans* for calcium and casein phosphopeptide. *Caries Research*, 34 (5), 427-431.
113. Azarpazhooh, A., Limeback, H. (2008). Clinical efficacy of casein derivatives: a systematic review of the literature. *Journal of the American Dental Association*, 139 (7), 915-924; quiz 994-915.
114. Steiner-Oliveira, C., Rodrigues, L.K., Soares, L.E., Martin, A.A., Zezell, D.M., Nobre-dos-Santos, M. (2006). Chemical, morphological and thermal effects of 10.6-microm CO<sub>2</sub> laser on the inhibition of enamel demineralization. *Dental Materials Journal*, 25 (3), 455-462.
115. Klein, A.L., Rodrigues, L.K., Eduardo, C.P., Nobre dos Santos, M., Cury, J.A. (2005). Caries inhibition around composite restorations by pulsed carbon dioxide laser application. *European Journal of Oral Science*, 113 (3), 239-244.
116. Steiner-Oliveira, C., Rodrigues, L.K., Lima, E.B., Nobre-dos-Santos, M. (2008). Effect of the CO<sub>2</sub> laser combined with fluoridated products on the inhibition of enamel demineralization. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 9 (2), 113-121.
117. Rodrigues, L.K., Nobre Dos Santos, M., Featherstone, J.D. (2006). In situ mineral loss inhibition by CO<sub>2</sub> laser and fluoride. *Journal of Dental Research*, 85 (7), 617-621.

118. Schmidlin, P.R., Dorig, I., Lussi, A., Roos, M., Imfeld, T. (2007). CO<sub>2</sub> laser-irradiation through topically applied fluoride increases acid resistance of demineralised human enamel in vitro. *Oral Health and Preventive Dentistry*, 5 (3), 201-208.
119. Chen, C.C., Huang, S.T. (2009). The effects of lasers and fluoride on the acid resistance of decalcified human enamel. *Photomedicine and Laser Surgery*, 27 (3), 447-452.
120. Santaella, M.R., Braun, A., Matson, E., Frentzen, M. (2004). Effect of diode laser and fluoride varnish on initial surface demineralization of primary dentition enamel: an in vitro study. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 14 (3), 199-203.
121. Flaitz, C.M., Hicks, M.J. (1996). Effects of carbamide peroxide whitening agents on enamel surfaces and caries-like lesion formation: an SEM and polarized light microscopic in vitro study. *ASDC Journal of Dentistry for Children*, 63 (4), 249-256.
122. Atalayın, Ç., Pamir, T., Tezel, H. (2008). Beyazlatma Ajanlarının Diş Yapısında Oluşturduğu Değişiklikler. *Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 29, 13-20.
123. Haywood, V.B. (1992). History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence International*, 23 (7), 471-488.
124. Li, Y. (1996). Biological properties of peroxide-containing tooth whiteners. *Food and Chemical Toxicology*, 34 (9), 887-904.
125. Burrell, K.H. (1997). ADA supports vital tooth bleaching--but look for the seal. *Journal of the American Dental Association*, 128 Suppl, 3S-5S.
126. Haywood, V.B., Heymann, H.O. (1991). Nightguard vital bleaching: how safe is it? *Quintessence International*, 22 (7), 515-523.

127. Goldstein, R.E., Garber, D.A. (1995). *Complete Dental Bleaching*. Michigan; Quintessence Pub Co.
128. Seghi, R.R., Denry, I. (1992). Effects of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel in vitro. *Journal of Dental Research*, 71 (6), 1340-1344.
129. Sunil Ch, R., Sujana, V., Choudary, T.M., Nagesh, B. (2012). In vitro action of various carbamide peroxide gel bleaching agents on the micro hardness of human enamel. *Contemporary Clinical Dentistry*, 3 (2), 193-196.
130. Pecora, J.D., Cruz Filho, A.M., Souza Neto, M.D., Silva, R.G. (1994). In vitro action of various bleaching agents on the microhardness of human dentin. *Brazilian Dental Journal*, 5, 129-134.
131. Spyrides, G.M., Perdigao, J., Pagani, C., Araujo, M.A., Spyrides, S.M. (2000). Effect of whitening agents on dentin bonding. *Journal of Esthetic Dentistry*, 12 (5), 264-270.
132. Hosoya, N., Honda, K., Iino, F., Arai, T. (2003). Changes in enamel surface roughness and adhesion of *Streptococcus mutans* to enamel after vital bleaching. *Journal of Dentistry*, 31 (8), 543-548.
133. Leonard, R.H., Jr., Austin, S.M., Haywood, V.B., Bentley, C.D. (1994). Change in pH of plaque and 10% carbamide peroxide solution during nightguard vital bleaching treatment. *Quintessence International*, 25 (12), 819-823.
134. Joiner, A., Thakker, G., Cooper, Y. (2004). Evaluation of a 6% hydrogen peroxide tooth whitening gel on enamel and dentine microhardness in vitro. *Journal of Dentistry*, 32 Suppl 1, 27-34.
135. Oltu, U., Gurgan, S. (2000). Effects of three concentrations of carbamide peroxide on the structure of enamel. *Journal of Oral Rehabilitation*, 27 (4), 332-340.

136. Attin, T., Kielbassa, A.M., Schwanenberg, M., Hellwig, E. (1997). Effect of fluoride treatment on remineralization of bleached enamel. *Journal of Oral Rehabilitation*, 24 (4), 282-286.
137. Attin, T., Kocabiyik, M., Buchalla, W., Hannig, C., Becker, K. (2003). Susceptibility of enamel surfaces to demineralization after application of fluoridated carbamide peroxide gels. *Caries Research*, 37 (2), 93-99.
138. Amaechi, B.T., Higham, S.M. (2001). In vitro remineralisation of eroded enamel lesions by saliva. *Journal of Dentistry*, 29 (5), 371-376.
139. Donly, K.J. (2003). The adolescent patient: special whitening challenges. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 24 (4A), 390-396.
140. Donly, K.J., Kennedy, P., Segura, A., Gerlach, R.W. (2005). Effectiveness and safety of tooth bleaching in teenagers. *Pediatric Dentistry*, 27 (4), 298-302.
141. Donly, K.J., Henson, T., Jamison, D., Gerlach, R.W. (2006). Clinical trial evaluating two peroxide whitening strips used by teenagers. *General Dentistry*, 54 (2), 110-112.
142. Osborne, J.W., Lopez Howell, M. (1999). Marshall H. Webb and extension for prevention: a literature review. *Quintessence International*, 30 (6), 399-403.
143. Mount, G.J., Ngo, H. (2000). Minimal intervention: early lesions. *Quintessence International*, 31 (8), 535-546.
144. Mount, G.J., Ngo, H. (2000). Minimal intervention: a new concept for operative dentistry. *Quintessence International*, 31 (8), 527-533.
145. Kielbassa, A.M. (2006). Current challenges in caries diagnosis. *Quintessence International*, 37 (6), 421.
146. Davila, J.M., Buonocore, M.G., Greeley, C.B., Provenza, D.V. (1975). Adhesive penetration in human artificial and natural white spots. *Journal of Dental Research*, 54 (5), 999-1008.

147. Robinson, C., Hallsworth, A.S., Weatherell, J.A.,Kunzel, W. (1976). Arrest and control of carious lesions: a study based on preliminary experiments with resorcinol-formaldehyde resin. *Journal of Dental Research*, 55 (5), 812-818.
148. Gomez, S.S., Basili, C.P.,Emilson, C.G. (2005). A 2-year clinical evaluation of sealed noncavitated approximal posterior carious lesions in adolescents. *Clinical Oral Investigation*, 9 (4), 239-243.
149. Lueckel, H.M., Paris, S., Mueller, J., Cölfen, H.,Kielbassa, A.M. (2006). Influence of the application time on the penetration of different dental adhesives and a fissure sealant into artificial subsurface lesions in bovine enamel. *Dental Materials* 22, 22-28.
150. Kugel, G., Arsenault, P.,Papas, A. (2009). Treatment modalities for caries management, including a new resin infiltration system. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 30 Spec No 3, 1-10; quiz 11-12.
151. Phark, J.H., Duarte, S., Jr., Meyer-Lueckel, H.,Paris, S. (2009). Caries infiltration with resins: a novel treatment option for interproximal caries. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 30 Spec No 3, 13-17.
152. Paris, S., Meyer-Lueckel, H., Colfen, H.,Kielbassa, A.M. (2007). Penetration coefficients of commercially available and experimental composites intended to infiltrate enamel carious lesions. *Dental Materials*, 23 (6), 742-748.
153. Paris, S., Meyer-Lueckel, H.,Kielbassa, A.M. (2007). Resin infiltration of natural caries lesions. *Journal of Dental Research*, 86 (7), 662-666.
154. Meyer-Lueckel, H., Paris, S.,Kielbassa, A.M. (2007). Surface layer erosion of natural caries lesions with phosphoric and hydrochloric acid gels in preparation for resin infiltration. *Caries Research*, 41 (3), 223-230.
155. Meyer-Lueckel, H.P., S. (2008). Progression of artificial enamel caries lesions after infiltration with experi- mental light curing resins. *Caries Research*, 42, 117-124.

156. Kidd, E.A. (2004). How 'clean' must a cavity be before restoration? *Caries Research*, 38 (3), 305-313.
157. Paris, S.,Meyer-Lueckel, H. (2009). Masking of labial enamel white spot lesions by resin infiltration--a clinical report. *Quintessence International*, 40 (9), 713-718.
158. Paris, S.,Meyer-Lueckel, H. (2010). Infiltrants inhibit progression of natural caries lesions in vitro. *Journal of Dental Research*, 89 (11), 1276-1280.
159. Turgut, S.,Bağış, B. (2012). Diş Hekimliğinde Renk Ve Renk Ölçüm Yöntemleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 5 (65-75).
160. Chu, S.J., Devigus, A.,Mieleszko, A. (2004). *Fundamentals of Color: Shade Matching and Communication in Esthetic Dentistry* (c. 2): Quintessence Pub Co Inc.
161. Munsell, A.H. (1966). *Munsell book of color : glossy finish collection*. Baltimore, Md. , United States: Munsell Color Co.
162. Paravina, R.,Powers, J. (2004). *Esthetic color training in dentistry*. Michigan: Elsevier Mosby.
163. Bayındır, F.,Wee, A. (2006). Diş Rengi Seçiminde Bilgisayar Destekli Sistemlerin Kullanımı. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 3 (30), 40-46.
164. Okubo, S.R., Kanawati, A., Richards, M.W.,Childress, S. (1998). Evaluation of visual and instrument shade matching. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 80 (6), 642-648.
165. *Colorimetry. CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) technical report*. (3 bs., c. 15). (2004). Vienna: Bureau Central de la CIE.
166. Agoston, G.A. (1987). *Color theory and its application in art and design* (2 bs.). Berlin: Springer-Verlag.

167. Seghi, R.R., Johnston, W.M., O'Brien, W.J. (1986). Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 56 (1), 35-40.
168. Craig, R.G., Ward, M.L. (1996). *Restorative Dental Materials*. (10 bs.). St. Louis, Baltimore, Boston: Mosby-Year Book
169. Johnston, W.M., Kao, E.C. (1989). Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *Journal of Dental Research*, 68 (5), 819-822.
170. Zhang, F., Heydecke, G., Razzoog, M.E. (2000). Double-layer porcelain veneers: effect of layering on resulting veneer color. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 84 (4), 425-431.
171. Douglas, R.D., Przybylska, M. (1999). Predicting porcelain thickness required for dental shade matches. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 82 (2), 143-149.
172. Schulze, K.A., Marshall, S.J., Gansky, S.A., Marshall, G.W. (2003). Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. *Dental Materials*, 19 (7), 612-619.
173. Fondriest, J. (2003). Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 23 (5), 467-479.
174. Culpepper, W.D. (1970). A comparative study of shade-matching procedures. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 24 (2), 166-173.
175. Dayangac, B. (2011). *Kompozit Rezin Restorasyonlar*. (2 bs). Ankara: Quintessence Yayıncılık.
176. Wee, A.G., Kang, E.Y., Johnston, W.M., Seghi, R.R. (2000). Evaluating porcelain color match of different porcelain shade-matching systems. *Journal of Esthetic Dentistry*, 12 (5), 271-280.



177. Aladağ, A., Çömlekçioğlu, E.,Yılmaz, G. (2009). Farklı renk anahtarlarının metal kronların renk uyumlarına etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 1 (1), 8-17.
178. Paul, S., Peter, A., Pietrobon, N.,Hammerle, C.H. (2002). Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *Journal of Dental Research*, 81 (8), 578-582.
179. Çalışkan, K.,Gökay, N. (1990) Kompozit Dolgu Maddelerinin Genel Özellikleri ve Sınıflandırılması. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 11, 119-127.
180. Wang, L., D'Alpino, P.H., Lopes, L.G.,Pereira, J.C. (2003.) Mechanical properties of dental restorative materials: relative contribution of laboratory tests. *Journal of Applied Oral Science*, 11 (3), 162-167.
181. Mott, B.W. (1956). *Micro-Indentation Hardness Testing*. Londra: Butterworths Scientific Publications.
182. O'Brien, W.J. (2002). *Dental Materials and Their Selection*. (3. bs.). Michigan, Chicago: Quintessence Pub. Co.
183. Powers, J.M. ,Wataha, J.C. (2007). *Dental Materials: Properties and Manipulation* (9. bs.). St Louis, Missouri: Mosby Elsevier
184. Skinner, E.W.,Philips, R.W. (1991). *Skinner's Science of dental materials*. (9. bs.). Philadelphia : W.B. Saunders.
185. Uctasli, S. (1991). *Some Mechanical Properties of Resin-Based Dental Materials*. Doktora Tezi, Birmingham Üniversitesi, İngiltere.
186. Jepson, N.J., McCabe, J.F.,Storer, R. (1993). Age changes in the viscoelasticity of permanent soft lining materials. *Journal of Dentistry*, 21 (3), 171-178.
187. Todd, R.,Holt, J. (1987). A Kennedy class I removable partial denture with a resilient liner. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 57 (2), 247-249.
188. Vickers' and Knoop Indenter. Erişim: 28 Nisan 2012  
<http://www.gordonengland.co.uk/hardness/>

189. Gray, G.B., Shellis, P. (2002). Infiltration of resin into white spot caries-like lesions of enamel: an in vitro study. *European Journal of Prosthodontic and Restorative Dentistry*, 10 (1), 27-32.
190. Paris, S., Bitter, K., Renz, H., Hopfenmuller, W., Meyer-Lueckel, H. (2009). Validation of two dual fluorescence techniques for confocal microscopic visualization of resin penetration into enamel caries lesions. *Microscopy Research and Technique*, 72 (7), 489-494.
191. Meyer-Lueckel, H., Paris, S., Mueller, J., Colfen, H., Kielbassa, A.M. (2006). Influence of the application time on the penetration of different dental adhesives and a fissure sealant into artificial subsurface lesions in bovine enamel. *Dental Materials*, 22 (1), 22-28.
192. Schmidlin, P.R., Zehnder, M., Pasqualetti, T., Imfeld, T., Besek, M.J. (2004). Penetration of a bonding agent into De- and remineralized enamel in vitro. *Journal of Adhesive Dentistry*, 6 (2), 111-115.
193. Kim, Y., Son, H.H., Yi, K., Kim, H.Y., Ahn, J., Chang, J. (2013). The color change in artificial white spot lesions measured using a spectroradiometer. *Clinical Oral Investigation*, 17 (1), 139-146.
194. Eick, J.D., Robinson, S.J., Byerley, T.J., Chappell, R.P., Spencer, P., Chappelow, C.C. (1995). Scanning-Transmission Electron-Microscopy Energy-Dispersive Spectroscopy Analysis of the Dentin Adhesive Interface Using a Labeled 2-Hydroxyethylmethacrylate Analog. *Journal of Dental Research*, 74 (6), 1246-1252.
195. Buskes, J.A., Christoffersen, J., Arends, J. (1985). Lesion formation and lesion remineralization in enamel under constant composition conditions. A new technique with applications. *Caries Research*, 19 (6), 490-496.
196. ten Cate, J.M., Duijsters, P.P. (1983). Influence of fluoride in solution on tooth demineralization. I. Chemical data. *Caries Research*, 17 (3), 193-199.

197. ten Cate, J.M., Duijsters, P.P. (1982). Alternating demineralization and remineralization of artificial enamel lesions. *Caries Research*, 16 (3), 201-210.
198. White, D.J. (1995). The application of in vitro models to research on demineralization and remineralization of the teeth. *Advances in Dental Research*, 9 (3), 175-193; discussion 194-177.
199. Borges, B.C., de Souza Borges, J., de Araujo, L.S., Machado, C.T., Dos Santos, A.J., de Assuncao Pinheiro, I.V. (2011). Update on nonsurgical, ultraconservative approaches to treat effectively non-cavitated caries lesions in permanent teeth. *European Journal of Dentistry*, 5 (2), 229-236.
200. Cury, J.A., Tenuta, L.M. (2009). Enamel remineralization: controlling the caries disease or treating early caries lesions? *Brazilian Oral Research*, 23 Suppl 1, 23-30.
201. Hicks, J., Garcia-Godoy, F., Flaitz, C. (2004). Biological factors in dental caries enamel structure and the caries process in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 2). *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 28 (2), 119-124.
202. Bawden, J.W. (1998). Fluoride varnish: a useful new tool for public health dentistry. *Journal of Public Health Dentistry*, 58 (4), 266-269.
203. Zimmer, S., Robke, F.J., Roulet, J.F. (1999). Caries prevention with fluoride varnish in a socially deprived community. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 27 (2), 103-108.
204. Willmot, D.R. (2004). White lesions after orthodontic treatment: does low fluoride make a difference? *Journal of Orthodontics*, 31 (3), 235-242.
205. Pashley, D.H., Sano, H., Ciucchi, B., Yoshiyama, M., Carvalho, R.M. (1995). Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dental Materials*, 11 (2), 117-125.

206. Lopes, M.B., Consani, S., Gonini-Junior, A., Moura, S.K.,McCabe, J.F. (2009). Comparison of microleakage in human and bovine substrates using confocal microscopy. *Bulletin of Tokyo Dental College*, 50 (3), 111-116.
207. Abuabara, A., Santos, A.J., Aguiar, F.H.,Lovadino, J.R. (2004). Evaluation of microleakage in human, bovine and swine enamels. *Brazilian Oral Research*, 18 (4), 312-316.
208. Amaechi, B.T., Higham, S.M.,Edgar, W.M. (1998). Factors affecting the development of carious lesions in bovine teeth in vitro. *Archieve of Oral Biology*, 43 (8), 619-628.
209. Featherstone, J.D.B.,Mellberg, J.R. (1981). Relative Rates of Progress of Artificial Carious Lesions in Bovine, Ovine and Human-Enamel. *Caries Research*, 15 (1), 109-114.
210. Arends, J.,Christoffersen, J. (1986). The nature of early caries lesions in enamel. *Journal of Dental Research*, 65 (1), 2-11.
211. Silverstone, L.M. (1968). The surface zone in caries and in caries-like lesions produced in vitro. *British Dental Journal*, 125 (4), 145-157.
212. Bergman, G.,Lind, P.O. (1966). A quantitative microradiographic study of incipient enamel caries. *Journal of Dental Research*, 45 (5), 1477-1484.
213. Paris, S., Schwendicke, F., Seddig, S., Muller, W.D., Dorfer, C.,Meyer-Lueckel, H. (2013). Micro-hardness and mineral loss of enamel lesions after infiltration with various resins: Influence of infiltrant composition and application frequency in vitro. *Journal of Dentistry*, 41 (6), 543-548.
214. Obrien, W.J. (1985). Double-Layer Effect and Other Optical Phenomena Related to Aesthetics. *Dental Clinics of North America*, 29 (4), 667-&.
215. Yang, F., Mueller, J.,Kielbassa, A.M. (2012). Surface substance loss of subsurface bovine enamel lesions after different steps of the resinous infiltration technique: a 3D topography analysis. *Odontologia*, 100 (2), 172-180.

216. Kielbassa, A.M., Gillmann, L., Zantner, C., Meyer-Lueckel, H., Hellwig, E.,Schulte-Monting, J. (2005). Profilometric and microradiographic studies on the effects of toothpaste and acidic gel abrasivity on sound and demineralized bovine dental enamel. *Caries Research*, 39 (5), 380-386.
217. Mueller, J., Meyer-Lueckel, H., Paris, S., Hopfenmuller, W.,Kielbassa, A.M. (2006). Inhibition of lesion progression by the penetration of resins in vitro: Influence of the application procedure. *Operative Dentistry*, 31 (3), 338-345.
218. Lee, C.Q., Shey, Z.,Cobb, C.M. (1995). Microscopic appearance of enamel white-spot lesions after acid etching. *Quintessence International*, 26 (4), 279-284.
219. Lima, D.A., Silva, A.L., Aguiar, F.H., Liporoni, P.C., Munin, E., Ambrosano, G.M. ve diğ erleri. (2008). In vitro assessment of the effectiveness of whitening dentifrices for the removal of extrinsic tooth stains. *Brazilian Oral Research*, 22 (2), 106-111.
220. Joiner, A. (2004). Tooth colour: a review of the literature. *Journal of Dentistry*, 32, 3-12.
221. Meurman, J.H., Torkko, H., Hirvonen, J., Koskinen, J.,Rytomaa, I. (1990). Application of a new mechanical properties microprobe to study hardness of eroded bovine enamel in vitro. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 98 (6), 568-570.
222. Meurman, J.H., Frank, R.M. (1991). Progression and surface ultrastructure of in vitro caused erosive lesions in human and bovine enamel. *Caries Research*, 25 (2), 81-87.
223. Lussi, A., Jaeggi, T., Jaeggischarer, S. (1995). Prediction of the Erosive Potential of Some Beverages. *Caries Research*, 29 (5), 349-354.
224. Featherstone, J.D.B., Tencate, J.M., Shariati, M.,Arends, J. (1983). Comparison of Artificial Caries-Like Lesions by Quantitative Microradiography and Microhardness Profiles. *Caries Research*, 17 (5), 385-391.

225. Lata, S., Varghese, N.O., Varughese, J.M. (2010). Remineralization potential of fluoride and amorphous calcium phosphate-casein phospho peptide on enamel lesions: An in vitro comparative evaluation. *Journal of Conservative Dentistry*, 13 (1), 42-46.
226. Ogaard, B., Rolla, G., Arends, J., ten Cate, J.M. (1988). Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 2. Prevention and treatment of lesions. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 94 (2), 123-128.
227. Ardu, S., Castioni, N.V., Benbachir, N., Krejci, I. (2007). Minimally invasive treatment of white spot enamel lesions. *Quintessence International*, 38 (8), 633-636.
228. Reynolds, E.C., Cai, F., Cochrane, N.J., Shen, P., Walker, G.D., Morgan, M.V. ve diğ erleri. (2008). Fluoride and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *Journal of Dental Research*, 87 (4), 344-348.
229. Llena, C., Forner, L., Baca, P. (2009). Anticariogenicity of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate: a review of the literature. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 10 (3), 1-9.
230. Fu, H., Liang, R., Xiao, Y., Zhang, X.J. (2008). Efficacy of Tooth Mousse in reducing enamel demineralization and promoting remineralization. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*, 26 (3), 301-305.
231. Schirrmeyer, J.F., Seger, R.K., Altenburger, M.J., Lussi, A., Hellwig, E. (2007). Effects of various forms of calcium added to chewing gum on initial enamel carious lesions in situ. *Caries Research*, 41 (2), 108-114.
232. Croll, T.P., Bullock, G.A. (1994). Enamel microabrasion for removal of smooth surface decalcification lesions. *Journal of Clinical Orthodontics*, 28 (6), 365-370.
233. Pliska, B.T., Warner, G.A., Tantbirojn, D., Larson, B.E. (2012). Treatment of white spot lesions with ACP paste and microabrasion. *Angle Orthodontist*, 82 (5), 765-769.

234. Jeong-Hye Son, B.H., Hyeon-Cheol Kim, Jeong-Kil Park. (2011). Management of white spots: resin infiltration technique and microabrasion. *Journal of Korean Academy Conservative Dentistry* 36 (1), 66-71.
235. Esteves-Oliveira, M., Zezell, D.M., Meister, J., Franzen, R., Stanzel, S., Lampert, F. ve diğeri. (2009). CO2 Laser (10.6 microm) parameters for caries prevention in dental enamel. *Caries Research*, 43 (4), 261-268.
236. Elaut, J., Wehrbein, H. (2004). The effects of argon laser curing of a resin adhesive on bracket retention and enamel decalcification: a prospective clinical trial. *European Journal of Orthodontics*, 26 (5), 553-560.
237. Guzman-Armstrong, S., Chalmers, J., Warren, J.J. (2010). White spot lesions: prevention and treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 138 (6), 690-696.
238. Krug, A.Y., Green, C. (2008). Changes in patient evaluation of completed orthodontic esthetics after dental bleaching. *Journal of Esthetics Restorative Dentistry*, 20 (5), 313-319; discussion 320-311.
239. Luciana F.T.F.S., H.M.C.R., Alessandra B.B.C.R.P., Carlos R.G.T. (2012). Efficacy of Bleaching Treatment on Demineralized Enamel Treated with Resin Infiltration Tecniqe. *World Journal of Dentistry*, 3 (4), 279-283.
240. Kısacık, F.Ö., Keçeci, A.D., Adanır, N. (2012). Vital ağartma tedavilerinde başarının ve renk stabilitesinin ölçülmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 3 (2), 89-95.
241. Matis, B.A., Cochran, M.A., Eckert, G., Carlson, T.J. (1998). The efficacy and safety of a 10% carbamide peroxide bleaching gel. *Quintessence International*, 29 (9), 555-563.
242. Heymann, H.O., Swift, E.J., Jr., Bayne, S.C., May, K.N., Jr., Wilder, A.D., Jr., Mann, G.B. ve diğeri. (1998). Clinical evaluation of two carbamide peroxide tooth-whitening agents. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 19 (4), 359-362.

243. Lyons, K.,Ng, B. (1998). Nightguard vital bleaching: a review and clinical study. *The New Zealand Dental Journal*, 94 (417), 100-103.
244. Al-Qunaian, T.A. (2005). The effect of whitening agents on caries susceptibility of human enamel. *Operative Dentistry*, 30 (2), 265-270.
245. Pinto, C.F., Paes Leme, A.F., Cavalli, V.,Giannini, M. (2009). Effect of 10% carbamide peroxide bleaching on sound and artificial enamel carious lesions. *Brazilian Dental Journal*, 20 (1), 48-53.
246. Tschoppe, P., Neumann, K., Mueller, J.,Kielbassa, A.M. (2009). Effect of fluoridated bleaching gels on the remineralization of predemineralized bovine enamel in vitro. *Journal of Dentistry*, 37 (2), 156-162.
247. Berger, S.B., Pavan, S., Dos Santos, P.H., Giannini, M.,Bedran-Russo, A.K. (2012). Effect of bleaching on sound enamel and with early artificial caries lesions using confocal laser microscopy. *Brazilian Dental Journal*, 23 (2), 110-115.
248. Al-Salehi, S.K., Wood, D.J.,Hatton, P.V. (2007). The effect of 24h non-stop hydrogen peroxide concentration on bovine enamel and dentine mineral content and microhardness. *Journal of Dentistry*, 35 (11), 845-850.
249. Torres, C.R.G., Rosa, P.C.F., Ferreira, N.S.,Borges, A.B. (2012). Effect of Caries Infiltration Technique and Fluoride Therapy on Microhardness of Enamel Carious Lesions. *Operative Dentistry*, 37 (4), 363-369.
250. Taher, N.M., Alkhamis, H.A.,Dowaidi, S.M. (2012). The influence of resin infiltration system on enamel microhardness and surface roughness: An in vitro study. *The Saudi Dental Journal*, 24 (2), 79-84.
251. Torres, C.R.G., Borges, A.B., Torres, L.M., Gomes, I.S.,de Oliveira, R.S. (2011). Effect of caries infiltration technique and fluoride therapy on the colour masking of white spot lesions. *Journal of Dentistry*, 39 (3), 202-207.



252. Yuan, H., Li, J., Chen, L., Cheng, L., Cannon, R.D., Mei, L. (2014). Esthetic comparison of white-spot lesion treatment modalities using spectrometry and fluorescence. *Angle Orthodontics*, 84 (2), 343-349.
253. Borges, A., Caneppele, T., Luz, M., Pucci, C., Torres, C. (2014). Color Stability of Resin Used for Caries Infiltration After Exposure to Different Staining Solutions. *Operative Dentistry*, 39 (2).
254. Kim, S., Kim, E.Y., Jeong, T.S., Kim, J.W. (2011). The evaluation of resin infiltration for masking labial enamel white spot lesions. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 21 (4), 241-248.
255. Ellwood, R.P., O'Mullane, D. (1995). Enamel opacities and dental esthetics. *Journal of Public Health Dentistry*, 55 (3), 171-176.

## ÖZGEÇMİŞ

Sıdıka Aynur HORUZTEPE

### İletişim Bilgileri:

**E-mail** : a.horuztepe@gmail.com

**Tel** : 0312 3052270-2336

**Adres** : Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi A.D.,  
06100 Sıhhiye, ANKARA.

### Kişisel Bilgiler:

**Doğum yeri ve tarihi** : Ankara-1984

**Medeni Hali** : Bekar

**Yabancı Dil** : İngilizce

### Eğitim:

**2003-2008** : Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

**1998-2002** : Ankara Cumhuriyet Lisesi

**1995-1998** : Atıfbey Ortaokulu

### Yayınlar:

1. Gürkan, S., Fırat, E., **Horuztepe, S.A.** Başlangıç Düzeyindeki Çürüklerin Tedavisinde Yeni Bir Yaklaşım: Resin İnfiltrasyon Tekniğı. Diş Hekimliği Dergisi (Vestiyer Yayın Grubu). 2011 Mart; 22(99): 60-1.

### Kongreler:

1. **Horuztepe, S.A.**, Fırat, E., Gurgan, S., Onen, A. Preventing capability of resin infiltration-Technique on White spot lesions on occlusal fissures. 14-17 Temmuz 2010. International Association for Dental Research, Barcelona, Spain.

2. **Horuztepe, S.A.**, Yazici, A.R., Ertan, A., Onen, A. Bond Strength of Self-etch Adhesive to Pre-etch Enamel and Dentin. 14-17 Temmuz 2010. International Association for Dental Research, Barcelona, Spain.
3. **Horuztepe, S.A.**, Ergin, E., Gürkan, S. Beyaz Nokta Lezyonlarının Giderilmesinde Yeni Bir Yöntem – Resin İnfiltrasyon Tekniği- Klinik Olgu Sunumu. 26-28 Ekim 2013. 18. Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalları Toplantısı ve Sempozyumu, Kayseri, Türkiye.
4. **Horuztepe, S.A.**, Öz, F.D., Başeren, N.M. Diş Hekimliği Öğrencilerinin Tükürük&Plak Özellikleri ile Çürük Prevelansı Arasındaki İlişki. 29-31 Mayıs 2014. TDB 20. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi, Kuşadası, Aydın, Türkiye.
5. Öz, F.D., **Horuztepe, S.A.**, Bolay, S. Bireylerin Diş Görünümünden Memnuniyetini Etkileyen Faktörler Ve Estetik Görünümlerini Geliştirmek İçin İstedikleri Tedavi Seçenekleri. 29-31 Mayıs 2014. TDB 20. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi, Kuşadası, Aydın, Türkiye.

**Projeler:**

1. Baseren, N.M., **Horuztepe, S.A.** Ağartmadan sonra rezin infiltrant uygulanmış başlangıç çürük lezyonlarının yüzey morfolojisi, renk değişimi ve rezinin penetrasyonunun değerlendirilmesi.