

**T. C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ER; CR: YSGG LAZER VE FARKLI REMİNERALİZASYON
AJANLARININ SÜT DİŞİ MİNESİNİN ÇÜRÜĞE KARŞI
DİRENCİNİ ARTIRMADAKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Dt. Pınar SERDAR EYMİRLİ

**Pedodonti Programı
DOKTORA TEZİ**

**ANKARA
2017**

**T. C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ER; CR: YSGG LAZER VE FARKLI REMİNERALİZASYON
AJANLARININ SÜT DİŞİ MİNESİNİN ÇÜRÜĞE KARŞI
DİRENCİNİ ARTIRMADAKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Dt. Pınar SERDAR EYMİRLİ

**Pedodonti Programı
DOKTORA TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Melek D. TURGUT**

ANKARA

2017

ONAY SAYFASI

**Er; Cr: YSGG Lazer ve Farklı Remineralizasyon Ajanlarının Süt Dişi Minesinin
Çürüğe Karşı Direncini Artırmadaki Etkilerinin İncelenmesi**

Dt. Pınar SERDAR EYMİRLİ

Bu çalışma 13.02.2017 tarihinde, jürimiz tarafından "Pedodonti Doktora Programı"nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:

Prof. Dr. Neşe AKAL
(Gazi Üniversitesi)

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Melek D. TURGUT
(Hacettepe Üniversitesi)

Üye:

Prof. Dr. Meryem TEKÇİÇEK
(Hacettepe Üniversitesi)

Üye:

Prof. Dr. Firdevs TULGA ÖZ
(Ankara Üniversitesi)

Üye:

Prof. Dr. Rüya YAZICI
(Hacettepe Üniversitesi)

ONAY

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

Prof. Dr. Diclehan ORHAN
Enstitü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan doktora tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

- o Tezimin tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.

(Bu seçenekle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etmeniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirirse bile, teziniz arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir)

- x Tezimin 01.03.2020 tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.

(Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir)

- o Tezimin.....tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.

- o Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi

09 /03/2017



Pınar Serdar Eymirli

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Prof. Dr. Melek D. Turgut danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.



Dt. Pınar Serdar Eymirli

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince, bana her konuda destek olan, sabır ve özveriyle yol gösteren çok değerli tez danışmanım Prof. Dr. Melek D. Turgut'a,
 Doktora eğitimime başladığımdan bu yana aile sıcaklığını hissettiren, yardımlarını, katkılarını ve engin tecrübelerini her zaman paylaşan değerli hocalarım Prof. Dr. Atilla Ataç, Prof. Dr. Seval Ölmez, Prof. Dr. Meryem Uzamış Tekçiçek, Prof. Dr. Zafer Çehrelî ve Prof. Dr. Cem Güngör'e,
 Güler yüzü ve sonsuz desteğiyle hep yanımda olan, hem arkadaşım hem değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Tülin İleri Keçeli'ye,
 Pratik ve teorik lazer bilgilerimi borçlu olduğum, tez çalışmam süresince kapısını ardına kadar açan ve bitmek tükenmek bilmeyen sabırla katkılarını esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Rüya Yazıcı'ya,
 Tez çalışmamın deneysel kısımlarında içtenlikle engin bilgilerini paylaşan Doç. Dr. A. Atilla Ertan'a
 Tez çalışmam boyunca benden yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Nezahat Tuğba Kandilci, Yrd. Doç. Dr. Anıl Dolgun, Dr. Ecz. Merve Denizaltı ve Uzm. Kim. Tuba Reçber'e,
 Bir aile sıcaklığıyla birlikte çalışmaktan mutluluk ve özlem duyduğum sevgili pedocanlarım Dr. Dt. Berna Çelik, Dr. Dt. Seçil Bektaş Dönmez, Dr. Dt. Ayten Akın Sönmez, Dr. Dt. İrem Demir, Dr. Dt. Burak Aksoy, Dr. Dt. Bahar Tezel Alımcı, Dr. Dt. Sezgi Sara, Dr. Dt. Gizem Erbaş Ünverdi ve Dr. Dt. Beste Özgür'e,
 Birlikte çalışmaktan keyif aldığım sevgili araştırma görevlisi arkadaşlarım Uzm. Dt. Cansu Özşin Özler, Uzm. Dt. Gülsüm Atasever, Uzm. Dt. Elif Ballıkaya, Uzm. Dt. Elif Ataol, Uzm. Dt. İrem Mergen, Uzm. Dt. Sara Köprülü, Uzm. Dt. Özge Güneş, Uzm. Dt. Ezgihan Arslan, Uzm. Dt. Münevver Şener, Dt. Neslihan Özdemir, Dt. Nihal Taş, Dt. Aybike Şahlanan, Dt. Ayler Yıldız, Dt. Gülce Esentürk, Dt. Nermin Özgür, Dt. Hayrunnisa Şimşek, Dt. Aslıhan Cesur ve Dt. Özge Bektaş'a,
 Pedodonti ailesinin demirbaşı, neşesi, abla bildiğim Aysun Usta'ya,
 Pedodonti ailesinin değerli üyeleri Mehtap Bilgin, Özlem Kale, Güzide Semerci, Aysel Delikaya ve Ayten Mengüloğlu'na,
 Bana güvenen ve destekleri ile her zaman yanımda olan sevgili annem Kadriye Yılmaz ve babam Vedat Serdar'a
 Uzak ülkelerden destek ve yardımlarını esirgemeyen sevgili kardeşim Duygu Mutlu ve eşi Mehmet Mutlu'ya,
 Doktora eğitimimin ortasında dünyaya gözlerini açan, tez çalışmamın her türlü aşamasına tanık olan biricik oğlum Özgür Eymirli'ye,
 Her koşulda desteğini yanımda hissettiğim lise arkadaşım, can dostum, sevgili eşim Ayhan Eymirli'ye
 Sonsuz teşekkürlerimle...

ÖZET

Serdar-Eymirli P. Er; Cr: YSGG Lazer ve Farklı Remineralizasyon Ajanlarının Süt Dişi Minesinin Çürüğe Karşı Direncini Artırmadaki Etkilerinin İncelenmesi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Pedodonti Programı Doktora Tezi, Ankara, 2017. Diş çürüğünün önlenmesinde; remineralizasyon ajanları olan florürler, kalsiyum-fosfat bileşikleri (CPP-ACP) ve lazer kullanılmaktadır. Çalışmamızın amacı, dört farklı remineralizasyon ajanının yalnız veya lazerle birlikte kullanımının çürüğe karşı koruyucu etkisini değerlendirmektir. Çalışmamızda 150 adet çürüksüz süt azı dişinin başlangıç mikrosertlik değerleri ölçüldükten sonra dişler rastgele olarak Kontrol (K), NaF, APF, florür cilası (FC), CPP-ACP, Lazer (L), L+NaF, L+APF, L+FC, L+CPP-ACP olmak üzere 10 gruba ayrılmıştır (n=15). Gruplardaki işlemler ve pH siklusu sonrasında mikrosertlik ölçümleri tekrarlanmış ve veriler istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Her gruptan birer örnek; işlem öncesi, sonrası ve pH siklusu sonrasında tarama elektron mikroskobunda incelenmiştir. Çalışmamızda, tüm deney gruplarında başlangıca göre işlem sonrasındaki mikrosertlik ($\Delta 1$) artarken, işlem sonrasına göre pH siklusu ardından mikrosertlik ($\Delta 2$) azalmıştır ($p < 0.05$). $\Delta 1$ açısından, K grubu ile deney gruplarından sadece L grubu arasında anlamlı bir fark yoktur ($p > 0.05$). $\Delta 2$ açısından, K ile APF, L, L+NaF, L+APF, L+FC, L+CPP-ACP grupları arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.05$). pH siklusu sonrası ile başlangıç arasındaki fark ($\Delta 3$) açısından, K ile NaF, CPP-ACP grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p > 0.05$). L ile L+NaF, L+APF, L+CPP-ACP arasında anlamlı fark yokken ($p > 0.05$), L ile L+FC arasında anlamlı fark vardır ($p < 0.05$). L+FC ile NaF, CPP-ACP, L grupları arasında anlamlı fark vardır ($p < 0.05$). Sonuç olarak, çocuk dişhekimliği pratiğinde sık kullanılan remineralizasyon ajanlarından FC, lazerle beraber kullanıldığında, lazerin tek kullanımına göre daha etkilidir. Diğer remineralizasyon ajanlarından NaF, CPP-ACP ve lazer, lazerle beraber kullanılan FC'ye göre süt dişlerini asit ataklarına karşı korumada daha yetersiz kalabilmektedir.

Anahtar kelimeler: Remineralizasyon, Demineralizasyon, Florür, Lazer, CPP-ACP
Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: TDK-2016-12277).

ABSTRACT

Serdar-Eymirli P. Evaluation of the Effects of Er; Cr: YSGG Laser, Fluoride and Remineralization Agents in Increasing the Caries Resistance of Primary Enamel, Hacettepe University Health Sciences Institute PhD Thesis in Pediatric Dentistry, Ankara, 2017. The remineralization agents, fluorides and calcium-phosphate compounds (CPP-ACP) along with laser, have been used for prevention of tooth decay. The aim of the present study is to determine the protective effect against caries of four different remineralization agents used with or without laser. After measuring the initial microhardness values of 150 non-caries primary molars, the teeth were randomly assigned to 10 groups of Control (C), NaF, APF, Fluoride Varnish (FC), CPP-ACP, Laser (L), L+NaF, L+APF, L+FC, L+CPP-ACP (n = 15). The microhardness measurements were repeated after the treatments and the pH cycle. The obtained data were analyzed statistically. One sample from each group was examined before treatment, after treatment and after the pH cycle with a scanning electron microscope. In the study, in all experimental groups, microhardness after treatment increased compared to baseline ($\Delta 1$), but decreased after the pH cycle compared to after treatment ($\Delta 2$) ($p < 0.05$). With respect to $\Delta 1$, among all the experimental groups, there was no significant difference between group L and group C ($p > 0.05$). There were significant differences between groups C and APF, L, L+NaF, L+APF, L+FC, L+CPP-ACP in terms of $\Delta 2$ ($p < 0.05$). There were no statistically significant differences between groups C and NaF; C and CPP-ACP in regard to the difference in microhardness after the pH cycle compared to the baseline ($\Delta 3$) ($p > 0.05$). There was a significant difference between groups L and L+FC ($p < 0.05$), while no significant difference was noted between groups L and L+NaF, L+APF, L+CPP-ACP ($p > 0.05$). Statistically significant differences between the groups L+FC and NaF, CPP-ACP, L were noted ($p < 0.05$). As a conclusion, FC, which is one of the commonly used remineralization agents in pediatric dentistry practice, is more effective when used in combination with laser than laser alone. Of the other remineralization agents, NaF, CPP-ACP and laser may be insufficient in protecting the primary teeth against acid attacks compared to FC used with laser.

Keywords: Remineralisation, Demineralisation, Fluoride, Laser, CPP-ACP

Supported by the Scientific Research Department of Hacettepe University (Project Number: TDK-2016-12277).

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER	xv
TABLolar	xvii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Diş Çürüğü	3
2.1.1. Diş Çürüğünün Mikrobiyolojisi	3
2.1.2. Diş Çürüğünün Sınıflandırılması	5
2.2. Demineralizasyon	8
2.3. Remineralizasyon	9
2.4. Koruyucu Diş Hekimliği Uygulamaları	9
2.4.1. Plağın Uzaklaştırılması	10
2.4.2. Diyetin Düzenlenmesi	10
2.4.3. Fissür Örtücü Uygulamaları	10
2.4.4. Probiyotikler	11
2.4.5. Kazein Fosfopeptid Uygulamaları	11
2.4.6. Florür Uygulamaları	13
2.4.7. Lazer Uygulamaları	20
2.5. Remineralizasyon Ajanlarının Çürüğe Karşı Etkinliğini Değerlendirme Yöntemleri	30
2.5.1. Enerji Dağıtıcı X-ray Spektroskopisi (EDAX)	30
2.5.2. Flor İyonlarının Kimyasal Analizi	31
2.5.3. İndüktif Eşleşmiş Plazma-Atomik Emisyon Spektrometresi (ICP-AES)	31
2.5.4. Polarize Işık Mikroskopisi	31

2.5.5. Tarama Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi	32
2.5.6. Mikrosertlik Testi	32
3. GEREÇ VE YÖNTEM	34
3.1. Örneklerin Hazırlanması	34
3.2. Kontrol ve Deney Grupları	36
3.3. Çalışmada Kullanılan Materyaller ve Solüsyonlar	37
3.3.1. Yapay Tükürük Solüsyonu	38
3.3.2. Demineralizasyon Solüsyonu	38
3.3.3. Remineralizasyon Solüsyonu	38
3.4. Mikrosertlik Ölçümleri	39
3.5. Kontrol ve Deney Gruplarının İşlem Basamakları	40
3.6. pH Siklusu	42
3.7. Örneklerin Tarama Elektron Mikroskobu ile İncelenmesi	42
3.8. İstatistiksel Değerlendirme	43
4. BULGULAR	44
4.1. Mikrosertlik Testi Bulguları	44
4.1.1. Tüm Grupların İşlem ve pH Siklusu Sonrasındaki Mikrosertlik Değişimleri	44
4.1.2. $\Delta 1$, $\Delta 2$ ve $\Delta 3$ Açısından Gruplar Arası Karşılaştırmalar	46
4.2. SEM Bulguları	54
4.2.1. Kontrol Grubu	54
4.2.2. NaF Grubu	55
4.2.3. APF Grubu	56
4.2.4. FC Grubu	57
4.2.5. CPP-ACP Grubu	58
4.2.6. Lazer Grubu	59
4.2.7. L+NaF Grubu	60
4.2.8. L+APF Grubu	61
4.2.9. L+FC Grubu	62
4.2.10. L+CPP-ACP Grubu	63
5. TARTIŞMA	64
6. SONUÇLAR	75

7. KAYNAKLAR

8. EKLER

Ek 1 : Etik Kurul Onay Belgesi

9. ÖZGEÇMİŞ

SİMGELER VE KISALTMALAR

AAPD	: American Academy of Pediatric Dentistry
ADA	: American Dental Association
AmF	: Amin florür
APF	: Asidüle fosfat florür
ARGE	: Araştırma Geliştirme
CaF ₂	: Kalsiyum florür
CDRH	: Centre for Devices and Radiological Health
CO ₂	: Karbondioksit
CPP-ACP	: Kazein fosfopeptit amorf kalsiyum fosfat
dmfs	: Decay missed filled surface
DSL	: Düşük seviyeli lazer
Er,Cr:YSGG	: Erbium, chromium: yttrium-scandium-gallium-garnet
Er: YAG	: Erbiyum: yttrium-aluminium-garnet
f	: Uygulanan yük
F	: Florür
FAO	: Food and Agriculture Organization
FAP	: Florapatit
FC	: Florür cilası
FDA	: Food and Drug Administration
g	: Gram

HAP	: Hidroksiapatit
HeNe	: Helium-neon
HF	: Hidrojen florür
Ho: YAG	: Holmium yttrium-aluminium-garnet
ICDAS	: International Caries Detection and Assesment System
IR	: İnfrared
İEC	: Internationel Electrotechnical Commission
Kgf	: Kilogram kuvvet
L	: Lazer
LASER	: Light Amplification of Stimulated Emission of Radiation
LLLT	: Low Level Laser Therapy
MASER	: Microwave Amplification of Stimulated Emission of Radiation
Mg	: Milligram
mm ²	: Milimetre kare
mN	: Milinewton
mW	: miliwatt
N	: Newton
NaF	: Sodyum florür
NaMFP	: Sodyummonoflorofosfat
Nd: YAG	: Neodmium: yttrium-aluminium-garnet
OSHA	: Occuoational Safety and Health Administration

pH	: Power of hydrogen
Ppm	: Part per millione
SEM	: Scanning Electron Microscope
sn	: Saniye
SnF ₂	: Kalay florür
SPSS	: Statistial Package fort he Social Science
UV	: Ultraviyole
VHN	: Vickers Hardness Number
VIS	: Visual
W	: Watt
WHO	: World Health Organization
Δ	: Delta
°C	: Santigrat derece

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2. 1. Lazer ışığının doku ile etkileşimi.	23
3. 1. a: Kökü uzaklaştırılmış süt azı dişleri b: Kullanılan polisaj cihazı c: Örneklerin polisajlanması.	35
3. 2. a: Tırnak cilasıyla kaplanmış örnekler b: Karton üzerindeki çift taraflı banda yerleştirilmiş örnekler c: Silikon kalıplar d: Akrilik rezin dökülmüş örnekler e, f: Kalıptan çıkarılmış, akrilik rezin blokların içerisindeki örnekler.	36
3. 3. Çalışmada kullanılan materyaller.	38
3. 4. Çalışmada kullanılan solüsyonların saklandığı kap.	39
3. 5. a: Çalışmada kullanılan mikrosertlik test cihazı b: Uygulama süresi ve test yükünün ayarlanabildiği dokunmatik ekran c: Mikrosertlik ölçümü.	40
3. 6. a: Er,Cr:YSGG lazer cihazı b, c, d: Lazer uygulaması e: Uygulanan parametreler.	42
3. 7. a: SEM cihazı b: Altınla kaplanan örnekler.	43
4. 1. Tüm grupların başlangıç, işlem sonrası ve pH siklusu sonrasındaki mikrosertlik değişimleri.	45
4. 2. Tüm grupların $\Delta 1$ değerleri.	47
4. 3. Tüm grupların $\Delta 2$ değerleri.	49
4. 4. Tüm grupların $\Delta 3$ değerleri.	52
4. 5. Kontrol grubu başlangıç mine yüzeyi (a:X1000, b: X3000); pH siklusu sonrasında pöröz yapıdaki mine yüzeyi (c:X1000, d: X3000).	54
4. 6. NaF grubunda başlangıç mine yüzeyi (a: X1000, b: X3000); NaF uygulaması sonrasında az miktarda CaF ₂ benzeri globüler yapılar (siyah oklar, c: X1000, d: X3000); pH siklusu sonrasında pöröz yapıdaki mine yüzeyi ve azalmış globüler yapılar (siyah oklar, d:X1000, e: X3000)	55
4. 7. APF grubunda başlangıç mine yüzeyi (a:X1000, b: X3000); APF uygulaması sonrasında CaF ₂ benzeri globüler yapılar (siyah oklar, c:X1000, d: X3000); pH siklusu sonrasında globüler yapılarda azalma (siyah oklar), minenin yüzey yapısında bozulma ve pörözitede artış (beyaz oklar, d: X1000, e: X3000).	56
4. 8. FC grubunda başlangıç mine yüzeyi (a: X1000, b: X3000); FC uygulaması sonrasında düz bir mine yüzeyi ve yoğun CaF ₂ benzeri globüler yapılar (siyah oklar, c: X1000, d: X3000); pH siklusu sonrasında yüzey yapısında bozulma, pörözitede artış (beyaz oklar) ve azalmış globüler yapılar (siyah oklar, e: X1000, f: X3000).	57

- 4. 9.** CPP-ACP grubunda başlangıç mine yüzeyi (a: X1000, b: X3000); CPP-ACP uygulaması sonrasında mine yüzeyinde granüler partiküller ve amorf kristaller (siyah oklar, c: X1000, d: X3000); pH siklusu sonrasında bal peteği görüntüsü (beyaz oklar), granüllerde azalma (siyah oklar) ve pöröz mine yapısı (e: X1000, f: X3000). 58
- 4. 10.** Lazer grubunda başlangıç mine yüzeyi (a: X1000, b: X3000); Lazer uygulaması sonrasında mine yüzeyinde erime alanları (★, c: X1000, d: X3000); pH siklusu sonrasında pöröz mine yapısı (e: X1000, f: X3000). 59
- 4. 11.** L+NaF grubunda başlangıç mine yüzeyi (a: X1000, b: X3000); L+NaF uygulaması sonrasında mine yüzeyinde erime alanları (★) ve CaF₂ benzeri globüler yapılar (siyah oklar, c: X1000, d: X3000); pH siklusu sonrasında erime alanları (★), yüzey pürüzlülüğünde artış ve globül sayısında belirgin azalma (siyah oklar, e: X1000, f: X3000). 60
- 4. 12.** L+APF grubunda başlangıç mine yüzeyi (a: X1000, b: X3000); L+APF uygulaması sonrasında düz mine yüzeyi, erime alanları (★) ve CaF₂ benzeri globüler yapılar (siyah oklar, c: X1000, d: X3000); pH siklusu sonrasında çok azalmamış CaF₂ benzeri globüler yapılar (siyah oklar), pöröz mine yapısı ve erime alanları (★) e: X1000, f: X3000). 61
- 4. 13.** L+FC grubunda başlangıç mine yüzeyi (a: X1000, b: X3000); L+FC uygulaması sonrasında düz mine yüzeyinde yaygın CaF₂ benzeri globüler yapılar (siyah oklar c: X1000, d: X3000); pH siklusu sonrasında çok azalmamış CaF₂ benzeri globüler yapılar (siyah oklar, e: X1000, f: X3000). 62
- 4. 14.** L+CPP-ACP grubunda başlangıç mine yüzeyi (a: X1000, b: X3000); L+CPP-ACP uygulaması sonrasında erime alanları (★), yoğun CPP-ACP granülü birikimi (siyah oklar, c: X1000, d: X3000); pH siklusu sonrasında düz mine yapısı ve azalan granüller (siyah oklar, e: X1000, f: X3000). 63

TABLolar

Tablo	Sayfa
2. 1. Kron çürüklerinin ICDAS II kodları (29,30).	6
2.2. İçme suyundaki florür miktarına ve yaşa göre florür tableti alım miktarı (AAPD 2013).	17
2. 3. Dental yumuşak dokular üzerinde lazer enerjisinin termal etkisi.	24
2. 4. Lazer risk analizi.	29
3. 1. Çalışmada kullanılan materyallerin kullanım şekilleri ve içerikleri.	37
4. 1. Tüm grupların ortalama mikrosertlik değerleri.	44
4. 2. Tüm grupların $\Delta 1$ açısından ikili karşılaştırmaları.	48
4. 3. Tüm grupların $\Delta 2$ açısından ikili karşılaştırmaları.	50
4. 4. Tüm grupların $\Delta 3$ açısından ikili karşılaştırmaları.	53

1. GİRİŞ

Diş çürüğü günümüzde hala en sık görülen çocukluk çağı hastalığı olup yaşam boyu uğraşmak zorunda kalınan en pahalı enfeksiyonlardandır (1,2). Diş çürüğünü önlemek adına plak kontrolü, diyet düzenlenmesi, fissür örtücüler, florür ve kazein fosfopeptit uygulamaları, probiyotikler ve lazer gibi birçok farklı yöntem denenmiş ancak hiç biri diş çürüğünü tamamen önlemede başarılı olamamıştır (1,3,4).

Diş çürüğünü önlemek için kullanılan yerel florür ajanlarının etkisi, minede remineralizasyon gerçekleşmesi ve bakteri metabolizmasının değişmesi ile meydana gelmektedir. Yerel florür ajanları florür ve mine arasında çürüğe direnci diş minesinden daha fazla olan florapatit (FAP) oluşumunu sağlarlar. Diş hekimliği kliniğinde kullanılan yerel florür ajanları; jel, köpük, solüsyon ve cila formundadır. Kullanılan florür ajanının gerek formuna gerekse kimyasal içeriğine göre etkinliği değişmektedir. Diş hekimliği pratiğinde en sık kullanılan florür bileşiği olan sodyum florür (NaF) bileşiği hem nötral hem de asit ilave edilmiş halde (APF-*Acidulated Phosphate Fluoride*- Asitlendirilmiş Fosfat Florür) kullanılmaktadır (4).

Son yıllarda dişleri çürüğe karşı dirençli hale getirmek için kullanılan bir diğer yöntem diş minesine lazer uygulamasıdır. Yapılan çalışmalarda lazer uygulaması sonrası mine matriksinin kısmi olarak denatüre olduğu, böylece mine geçirgenliğinin azalarak asit difüzyonunun engellendiği ve mine demineralizasyonun azaldığı belirtilmiştir (3,5).

Minenin çürüğe karşı direncinin artırılmasında kalsiyum ve fosfat bileşikleri içeren ürünlerin kullanımı da yaygınlaşmıştır. Bu ürünlerde bulunan kazein fosfopeptit amorf kalsiyum fosfatın (CPP-ACP) çürük önleme mekanizması, mine yüzeyinin kalsiyum ve fosfata doymuş hale gelip yüzey demineralizasyonunun önlenmesi ve remineralizasyonun sağlanması şeklindedir (6).

Diş hekimliği literatüründe florür ve lazer uygulamalarının kombine olarak kullanımlarını konu edinen çalışma sayısı azdır (3,5-9). Bu çalışmalarda lazerin florürle kombine edilerek kullanıldığında çürük önleyici etkinin arttığı bildirilmiştir.

Bu çalışmalarda genellikle APF jeli kullanılmış olup, diş hekimliği pratiğinde sık kullanılan formların (nötral NaF jel, APF jel, ve NaF cila) etkinliğini karşılaştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. İlaveten, CPP-ACP bileşiğinin lazerle kombine kullanımına dair çok az sayıda çalışma mevcuttur (10,11) ancak bu çalışmaların hiçbirinde CPP-ACP ajanının florüre oranla etkinliği değerlendirilmemiştir. Gerek florür gerekse CPP-ACP içeren çalışmaların çoğu daimi dişlerde yapılmış olup süt dişinin içerildiği çok az sayıda çalışma bulunmaktadır (8,10-12). Tüm bu verilere dayanarak bu çalışmanın amacı, diş hekimliği pratiğinde yaygın olarak kullanılan farklı formdaki florür ajanlarının ve CPP-ACP bileşiğinin lazerle kombine kullanıldığında diş çürüğüne karşı olan etkinliğinin değerlendirilmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Diş Çürüğü

Diş çürüğü, diyetle alınan karbonhidratların fermente olması sonucu açığa çıkan asidin diş sert dokularını demineralize ederek yıkımına neden olduğu bulaşıcı, enfeksiyöz ve dünya genelinde görülen en yaygın kronik hastalıktır (1,13).

Diş çürüğünün oluşabilmesi için mikroorganizmalar, fermente olabilen karbonhidratlar, uygun konak olan diş ve zaman gereklidir (14). Ancak günümüzde bu faktörlere ilaveten pek çok faktöründe çürük oluşumunda rol oynadığı kabul edilmektedir. Bunlar arasında; tükürüğün yapısı, vücudun savunma sistemi gibi genetik faktörler, sosyoekonomik durum, eğitim seviyesi, florür kullanımı gibi çeşitli çevresel faktörler, dişlerin ark içindeki pozisyonu ile anatomik yapıları ve ağız içi aparey kullanımı yer almaktadır.

Diş çürüğü, dişin organik yapısı ve dişin üzerindeki biyofilm arasındaki fizyolojik dengenin bozulması sonucunda oluşur (15). Biyofilmdeki asit üreten bakteriler karbonhidratları fermente ederek laktik, propionik ve asetik asit gibi yan ürünler açığa çıkarırlar. Dental plağın normal pH'ı 7 olmasına karşın açığa çıkan bu yan ürünler pH'ı kritik değer olan 5,5'in altına taşır. Bu durumda hidroksiapatit (HAP) kristallerini oluşturan kalsiyum ve fosfat çözünür ve demineralizasyon denen mineral kaybı gerçekleşir. Bu durum devam ederse kaviteasyon meydana gelir. Ancak kaviteasyon oluşmadan pH'ın yükselmesi sağlanırsa kalsiyum ve fosfat iyonları diş yüzeyine tekrar çökebilir ki bu duruma **remineralizasyon** denilmektedir. Ortamda florürün varlığı kalsiyum ve fosfat kristallerinin diş yüzeyine çökmesi için katalizör görevi görür ve çökme artar. Ayrıca florürün varlığıyla hidroksiapatit yerine asit ataklara karşı daha dirençli olan oluşumu da gerçekleştirebilir (15-17).

2.1.1. Diş Çürüğünün Mikrobiyolojisi

Ağız florası, ağızın hem sert hem de yumuşak dokuları birlikte barındırması ve diş ortama açık olması gibi özellikleriyle içerisinde oldukça fazla sayıda bakteri, virüs ve mantar çeşidini bulunduran eşsiz bir yapıdır. Ağız florasında; dişler, dil, yanak epiteli, supragingival ve subgingival bölgelerden kaynaklanan çok sayıda

mikroorganizma bulunmaktadır (18,19). Dişlerin üzerindeki biyofilmde bulunan bakteriler asidürik yani asidik ortamda yaşayabilen veya asidojen yani asit üretebilme kabiliyeti olanlardır (20).

Çürük oluşumu açısından en önemli bakteriler; streptokoklar ve laktobasillerdir (18). Bu bakterilerin karyojenik yani çürük oluşturma özellikleri intraselüller ve ekstraselüller polisakaritleri hızlı bir şekilde fermente ederek asit üretebilmeleri ve asit ortamda canlı kalabilmeleri ile ilişkilidir (20). Streptokoklar ağız florasının büyük kısmını oluştururlar ve oval şekilli, gram pozitif, α veya β hemolitik bakteri türleridir. Tükürük ve diş plağından en çok izole edilen bakteri türü mutans streptokoklardır. Mutans streptokoklar ırk, coğrafi konum, etnik köken göz önüne alınmaksızın tüm insanlarda görülen, çürük oluşumunun başlıca sorumlusu olan bakteri türüdür. Mutans streptokokların çürük oluşumuyla ilişkilendirilen başlıca türleri *S. Mutans* ve *S. Sobrinus*'tur. *S. Mutans* dişlerin sürmesiyle ağız ortamında izole edilmeye başlanır ve süt azıların kontaklarının oluşmasıyla birlikte sayıları yüksek seviyelere ulaşır. Yapılan çalışmalarda *S. Mutans*'ın fissürlerde *S. Sobrinus*'tan daha fazla olduğu bildirilmiştir. *S. Sobrinus* ağızda fissürlere kıyasla ara yüzlerde, ön dişlere kıyasla arka dişlerde daha sık olarak izole edilmiştir (20,21). Mutans streptokokların 19-33. aylar arasında ağız florasına yerleşmesi, 1993 yılında Caufield ve arkadaşları (22) tarafından 'enfektivite penceresi' olarak tanımlanmıştır. Mutans streptokoklarla temas ne kadar erken olursa çürük insidansının da o kadar yüksek olacağı bildirilmiştir.

Mutans streptokokların haricinde çürükle ilişkilendirilen diğer streptokok türleri *S. Salivarius*, *S. Sanguis* ve *S. Mitis*'dir. *S. Salivarius* ve *S. Mitis* diş çürüğünde sınırlı derecede rol oynarlar. Ancak *S. Sanguis* potansiyel fırsatçı patojen olarak bilinir. Diş yüzeyinde özellikle de fissürlerde kolonize olur (20,21).

Laktobasiller karbonhidratları fermente ederek laktik asit üreten ve ortamın pH'ını düşürerek bu düşük pH'da varlığını sürdüren, gram (+), fakültatif anaerob, çubuk şekilli bakterilerdir. Diş yüzeyine adezyon kabiliyetleri iyi olmadığı için başlangıç çürüğünde sayıları çok olmamasına rağmen çürüğün ilerlemesinden sorumlu bakteri türüdür. Asit oluşturma kabiliyetleri açısından ağız bakterileri arasında en asidojenik bakterilerdir. Çürük oluşumundan sorumlu olarak özellikle *L.*

Asidofilus ve *L. Casei* türleri öne çıkmaktadır. Çocuklarda en çok görülen laktobasil türünün *L. Casei* olduğu bildirilmiştir. Laktobasil sayısı ile çürük oluşumu arasında pozitif bir korelasyon olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir ve tükürükteki laktobasil sayısının hesaplanması karyojenik potansiyelin değerlendirilmesinde kullanılan bir yöntemidir (20,23,24).

Aktinomiçes türlerinin de diş çürüğüyle muhtemel ilişkisi olduğu bildirilmiştir. Aktinomiçesler gram pozitif, hareketsiz, zorunlu anaerob ve fakültatif anaeroblardır. Özellikle ara yüzlerden izole edilirler ve çocuklarda supragingival plağın büyük kısmını oluştururlar. *A. Odontolyticus*'un demineralizasyonun erken aşamalarında sıkça izole edildiği bildirilmiştir (20).

2.1.2. Diş Çürüğünün Sınıflandırılması

Diş çürüğü gözle görülemeyen subklinik evreden pulpayı da içine alabilen makrokavitelere kadar geniş bir aralıkta görülebilir. Subklinik evredeyken erken çürük lezyonu ismiyle anılmaktadır. Black'in yaptığı eski sınıflamada o zamanın teknolojisi ve materyalleri esas alınarak bir sınıflama yapılmış ve başlangıç çürükleri bu sınıflamaya dahil edilmemiştir (25,26). Ancak günümüzde yapılan çürük sınıflaması minimal invaziv tekniklerin kullanıma geçmesi ve koruyucu uygulamaların gündeme gelmesiyle subklinik aşamanın da kaydedilmesi yönünde değişmiştir. Bu konuda atılan en önemli adım 2002 yılında Uluslararası Diş Çürüğü Tespit ve Değerlendirme Sistemi'nin (*International Caries Detection and Assessment System* - ICDAS) oluşturulmasıdır. 2005 yılında kriterler yenilenerek ICDAS II Sistemi kullanılmaya başlanmıştır. Bu sisteme göre diş çürükleri; mine ve dentinde görülen kron çürükleri, kök çürükleri ve restorasyona komşu çürükler olarak incelenmektedir. İki basamaklı koddan oluşan ICDAS II Sisteminin ilk basamağı dişin durumunu gösterirken ikinci basamağı çürüğün aşamasını belirtir (27-29). ICDAS II Sisteminde kullanılan kron çürüklerinin sınıflaması Tablo 2.1'de gösterilmiştir.

Tablo 2. 1. Kron çürüklerinin ICDAS II kodları (29,30).

<u>Restorasyon ve fissür örtücü kodu</u>	<u>Çürük kodu</u>
0= Fissür örtücü ve restorasyon yok	0= Sağlam diş yüzeyi
1= Fissür örtücü bir bölümünde	1= Minede ilk görsel değişimler
2=Fissür örtücü var	2= Minede belirgin görsel değişim
3= Diş renginde restorasyon	3= Mine kırığı, dentin görünmüyor
4= Amalgam restorasyon	4= Dentinal gölge, dentinde kavite yok
5= PÇK	5= Dentinde gözle görünen belirgin kavite
6=Porselen altın PFM (ağız dışında metalle kaynaşmış porselen) kron/vener	6= Dentinde gözle görünen geniş kavite
7= Kayıp veya kırık restorasyon	<u>Kayıp Dişler</u>
8= Geçici restorasyon	96= Yüzeye ulaşım problemi nedeniyle değerlendirme yapılamıyor
	97= Çürük sebebiyle çekim
	98= Başka sebepten kayıp
	99= Sürmemiş diş

Kron çürükleri görüldüğü dokuya göre mine ve dentin çürükleri olarak iki başlık halinde incelenebilir.

Mine Çürükleri

Mine Dokusunun Özellikleri

Mine, %95'ini inorganik bileşenlerin geriye kalan %5'lik oranının, %4'ünü su ve %1'lik kısmını da protein ve yağların oluşturduğu diş sert dokusudur. İnorganik yapının büyük kısmını ana bileşeni kalsiyum ve fosfat olan hidroksiapatit $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ kristalleri oluşturur. Zamanla yapıya katılan flor, magnezyum, sodyum ve diğer birçok element sebebiyle hidroksiapatit oldukça karma ve düzensiz bir yapı haline gelir (31-33). Mine prizmaları mine-dentin sınırından yukarı doğru yatay veya dikey olarak uzanan mine kristalleridir ve bir mine prizması için yaklaşık 1000 hidroksiapatit kristali bir araya gelir. Mine prizmalarının arasındaki geniş boşluklar organik madde ve suyla doludur. Organik yapı proteinler (enomalin, ameliogenin, metiyonin, histidin, lösin gibi birçok aminoasit), yağlar ve karbonhidratlardan oluşur (34,35).

Mine dokusu; kalsiyum, flor, fosfat ve magnezyum gibi bazı iyonları pöröz yapısı nedeniyle bünyesine alabilecek özellikte olmasından dolayı remineralizasyon ve demineralizasyon kapasitesi olan bir dokudur (34).

Mine Çürüğünün Özellikleri

Beyaz nokta lezyonu (*white spot*) olarak da bilinen başlangıç çürükleri mine dokusu ile sınırlı lezyonlardır. Bu lezyonlar yalnızca hava ile kurutulduğunda görülen beyaz, tebeşirimsi, opak alanlar olarak karşımıza çıkarlar ve en çok ön veya arka düz yüzeylerde görülürler. Ara yüzlerde de görülebilirler ancak gözle veya sondla teşhis edilmeleri oldukça zordur (1,36).

Başlangıç çürüklerinin yüzeyi sert olmasına rağmen yüzey altı bölgede oluşan asit ataklarından etkilenerek demineralizasyona uğramış bir doku bulunmaktadır. Bu doku sebebiyle mine saydamlığını kaybeder ve lezyon opak görülür (37). Sert olan başlangıç çürüğünün yüzey bölgesi plak sıvısından ve tükürükten gelen iyonların (flor, kalsiyum, fosfat) geçişine izin vererek demineralizasyonu azaltır ve remineralizasyonu artırır. Böylece başlangıç çürüğünün çeşitli koruyucu önlemler alınarak tedavileri mümkün olabilmektedir. Beyaz nokta lezyonlarının remineralize olabileceği *in-vivo* ve *in-vitro* olarak yapılan birçok çalışmada gösterilmiştir (38-40). Remineralize olan lezyonların yapısı bozulmaz fakat rengi kahverengi-siyah görülür. Bu alanlar yüzeye FAP çökmesi sebebiyle komşu sağlam mine alanlarına göre çürüğe daha dirençlidirler ve estetik ihtiyaç olmadığı sürece restore edilmemelidirler (41).

Mine çürükleri yüzeyel tabaka, çürük gövdesi, karanlık tabaka ve saydam tabaka olmak üzere dört tabakadan oluşur (42).

Yüzeyel tabaka: Görsel olarak incelendiğinde çürükten etkilenmemiş gibi görünen, mine çürüğünün diğer tabakalarıyla kıyaslandığında çok daha sert ve çözünmesi daha zor olan bir tabakadır. Bu tabakada bir alt tabakadan çözünerek gelmiş iyonlar ile ağız sıvılarından gelen iyonlar remineralize olarak çöklerler. Bu durum asit ortamda denge hali olana kadar devam eder (14). Bir tamir olayı sonucu oluşmuş olan bu tabakanın yapısı normal mineden farklıdır. Normal mineye göre

daha pöröz yapıdadır ve porlar daha geniştir. Mineral kaybının %5-10 arasında olduğu bildirilmiştir. Bu tabakadaki mineral kaybının diğer tabakalara nazaran oldukça az olmasının sebebi yüzeyde meydana gelen remineralizasyondur (42).

Çürük gövdesi: Mine çürüğünün en büyük kısmı bu tabakadır. En geniş bölümü yüzeyel tabakanın hemen altında yer alır ve derine gittikçe daralır. Çürük gövdesi oldukça pöröz bir yapıya sahiptir. Mineral kaybı yaklaşık % 30- 60 civarındadır. Geniş demineralizasyon alanları olmakla beraber iyi mineralize olmuş kısımlar da vardır (42).

Karanlık tabaka: Çürük gövdesinin hemen altında bulunan, birçok çürük lezyonunda görülen, koyu kahverengi ve genişliği değişken bir tabakadır. Remineralizasyon etkisiyle, çürük gövdesinde geniş olan porların içine madde birikimi olur ve karanlık tabakada mikroporlar oluşur. Çürük hızlı ilerlerse bu tabaka ince, yavaş ilerlerse kalın olur (14,43). Karanlık tabakadaki demineralizasyon miktarı çürük gövdesinden az, yüzeyel tabakadan fazladır (42).

Saydam tabaka: Çürük mineyi sağlam mineden ayıran, mine çürüğünün en derin tabakasıdır. Normal mineden 10 kat daha fazla pöröz yapıdadır. Geniş porlar ve mikroporlara rastlanır. Mineral kaybının yaklaşık %5-10 civarında olduğu bildirilmiştir (14,42).

2.2. Demineralizasyon

Beslenmeyle ağız ortamına giren karbonhidratların diş plağındaki bakteriler tarafından metabolize edilmesiyle açığa çıkan asit ürünler plaktaki pH'ın düşmesine neden olurlar. Nötral veya hafif düşük pH'da hidroksiapatit stabildir. Düşük pH'da, diş plağında hidroksiapatite göre daha az doymuş bir ortam mevcuttur. Bu sebeple hidroksiapatitin yapısından kalsiyum ve fosfat iyonları çözünerek demineralizasyon gerçekleşir. Demineralizasyon ve remineralizasyon arasındaki mevcut dengenin bozulması durumunda ise çürük oluşur (44,45).

Ortamın pH'ı düştükçe minede çözünme olmaması için ihtiyaç duyulan mineraller başlangıçta tükürükten sağlanabilir. Ancak pH, kritik pH olarak bilinen 5.5'in altına düştüğünde bu durum yetersiz kalıp mine yüzeyinde çözümler başlar.

Ortam pH'sı tekrar yükselmeye başladığında FAP, florhidroksiapatit gibi kristallerin mine yüzeyine tekrar çökmesiyle durum tersine döner. Ancak asit ataklarla tekrar karşılaşma sonucunda minede yüzey altı çözünmeler başlar ve optik olarak opak bir görünüm oluşmasına neden olur. Düz yüzeylerde görülen en erken çürük lezyonu beyaz nokta lezyonudur (46).

2.3. Remineralizasyon

Demineralizasyon sebebiyle mine yüzeyinden kaybedilen kalsiyum, fosfat ve flor iyonlarının uygun pH'da (5,5'tan yüksek) tekrar diş yüzeyine çökmesiyle remineralizasyon meydana gelir. Remineralizasyonun gerçekleşmesi için ağız sıvılarında (plak ve tükürük) yüksek oranda kalsiyum ve flor iyonlarının bulunması ve bu aşırı doymuş sıvının diş yüzeyiyle uzun süre teması gerekmektedir (34,47-49).

İn-vitro olarak kısmen demineralize olmuş mine ve dentinin remineralize olabileceği bildirilmiştir. Ancak klinik şartlarda remineralizasyon büyük çoğunlukla mine yüzeyinde kalmakta, minenin alt tabakalarında ve dentinde çok sınırlı bir remineralizasyon gerçekleşmektedir. Remineralize olmuş minenin yüzey özellikleri orijinal mineye göre farklı olup demineralizasyona daha dirençlidir. Sağlam minede prizmalar birbirine paralel seyrederken remineralize olmuş minede oldukça dağınık bir şekilde bulunurlar. Ayrıca remineralize olmuş minede oluşan yeni kristaller sağlam yapıdakilere göre daha büyüktür ve mineral miktarları daha fazladır (50).

Remineralizasyon sürecinin de bilinmesiyle geçmişten günümüze kadar çürük oluşumunu engellemek ve başlangıç çürüğünü tedavi ederek invaziv uygulamaları mümkün olduğunca azaltmak için çeşitli remineralizasyon ajanları ve yöntemleri denenmiştir (51). Koruyucu diş hekimliği alanında remineralizasyon ajanlarının bazen farklı uygulama yöntemleri ile de kullanılarak maksimum etki elde edilmesi amaçlanmaktadır (6).

2.4. Koruyucu Diş Hekimliği Uygulamaları

Günümüzde halen en sık görülen çocukluk çağı hastalığı olan diş çürüğünün önlenmesinde birçok koruyucu uygulama mevcuttur. Bunlar arasında; florür ve fissür

örtücü uygulamaları, plağın uzaklaştırılması ve diyetin düzenlenmesi gibi yöntemler yer almaktadır (1).

2.4.1. Plağın Uzaklaştırılması

Çürüğün oluşması için en temel şart diş yüzeyinde bakterilerin tutunmasını sağlayan diş plağın varlığıdır. Plak etkin bir şekilde kaldırıldığında diş çürüğünün azaltılabileceği bildirilmiştir. Ancak çoğu birey bu işlemi yeteri kadar iyi uygulayamamaktadır. Yapılan çalışmalarda diş plağının günde iki kez florürlü diş macunlarıyla fırçalanarak uzaklaştırıldığında diş çürüklerinin azaltılabileceği gösterilmiştir. Ancak bu çalışmalarda da sadece mekanik temizlik değil florürle birlikte kombine etkinlik değerlendirilmiştir. Genellikle florürlü diş macunları kullanıldığı için tek başına mekanik temizliğin etkinliğini değerlendirmek zordur (52,53).

2.4.2. Diyetin Düzenlenmesi

Çürüğün oluşmasında temel olarak gerekli olan dört ana unsurdan birisi olan fermente olabilen karbonhidratların arasında en karyojenik olanı sakkaroz (sukroz) dur. Şeker tüketiminin azaltılmasıyla diş çürüğü görülme sıklığında da azalma olduğu bildirilmiştir. Ancak tüketilen şeker miktarı tek başına çürük gelişimi üzerinde etkili değildir. Şekerin alım sıklığı, türü ve ağızda kalma süresi de çürük oluşumu açısından önemlidir (54). Bu sebeple, bireylerde diyet düzenlenmesi yapmadan önce diyet alışkanlıklarının bilinmesi gereklidir. Genel tavsiye olarak şeker alımının kısıtlanması önerilir. Şekerli yiyeceklerin ara öğünlerde değil de ana öğünlerde tüketilmesi, diş yüzeyinde yapışarak uzun süre kalan formları yerine ağızdan hızla uzaklaşanların tercih edilmesi, peynir gibi çürük önleyici gıdaların etkisinden faydalanılması gibi önerilerde bulunulabilir (55).

2.4.3. Fissür Örtücü Uygulamaları

Çiğneyici yüzeylerdeki pit ve fissürlerde düz yüzeylere göre daha fazla çürük görülmektedir. Bunun sebebi olarak da bu bölgelerin dar ve derin morfolojileri nedeniyle bakteri plağının tutunmasının kolay ve temizlenmesinin zor olmasıdır. Pit ve fissürlerin rahat temizlenmesi ve bakteri plağının tutunmasının önlenmesi için bir

materyalle kapatılması düşünülmüş, 1970 yılında Amerikan Diş Hekimleri Birliği (*American Dental Association-ADA*) tarafından fissür örtücü uygulaması benimsenmiştir (56,57).

Fissür örtücüler başlangıç çürüklerine uygulansa veya altında bakteri bile bulunsa fermente olabilen karbohidratlar bu bölgeye ulaşamadıkları için fissür örtücü altında çürük ilerlemesi görülmez. Bu sebeple çürük aktif bireylerde uygulanıp başarısızlık ihtimaline karşı 6 ayda bir kontrol edilmeleri gerekmektedir. Ancak çürük aktif bireylerde tek başına yeterli koruma sağlanamadığı ve diğer koruyucu yöntemlerle birlikte uygulanmaları gerektiği bildirilmiştir (56,58).

2.4.4. Probiyotikler

Probiyotik kelimesi Yunanca kökenlidir ve ‘canlı için, yaşamsal’ anlamına gelmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (*World Health Organization-WHO*) ve Amerika Gıda ve Tarım Örgütü’nün (*Food and Agriculture Organization-FAO*) yaptığı tanıma göre probiyotikler, uygun miktarda alındıklarında konakçı için faydalı olan yaşayan mikroorganizmalardır (59,60).

İnsanlar için en önemli probiyotik kaynakları yoğurt ve peynir gibi fermente edilmiş süt ürünleridir. Bu gıdalar içlerinde *Laktobasillus* ve *Bifidobakterium* bulundurlar. Bu bakteriler ağız içerisinde yüzeylere yapışabilme özelliği gösterirler ve hidrojen peroksit, karbon peroksit ve bakteriosin gibi ağız patojenlerine karşı antimikrobiyal madde salgırlar. Probiyotikler bu özelliklerinin yanı sıra ağız içerisindeki çevresel durumu konakçıya faydalı olacak şekilde değiştirirler. Buna örnek olarak peynirin ağız içi pH’ı yükselterek remineralizasyonu desteklemesi ve diş çürüğünü önlemesi verilebilir (61,62).

2.4.5. Kazein Fosfopeptid Uygulamaları

Kazein süt içerisinde bulunan ve sütteki tüm proteinlerin %80’ini oluşturan bir fosfoproteindir (63). Kazeinin antikaryojenik etki gösterebilmesi için çok yüksek miktarlarda süt tüketilmesi gerekmektedir. Ancak bu mümkün olmayacağı için CPP’ler kullanılır. CPP, kazeinin tripsin enzimi ile selektif çökelme metodu

kullanılarak parçalanmasıyla elde edilir. Diş macunu veya gıda gibi günlük kullanılan ürünlerin içine eklenmesiyle ilgili birçok çalışma yapılmıştır (63,64).

CPP-ACP'nin çürük önleyici etkisi olduğu birçok çalışmada gösterilmiştir (63-68). Bu etki üç farklı mekanizmayla meydana gelmektedir (69);

1. Diş plağının yapısına katılarak plaktaki kalsiyum ve fosfat iyonlarının seviyesini artırır.

2. Diş plağında serbest halde bulunan kalsiyum ve fosfat iyonlarını bağlayarak diş yüzeyini doymun hale getirir.

3. Plaktaki bakterilerin diş yüzeyine bağlanarak kolonize olmalarını önler.

CPP-ACP bu etkileri ile diş sert dokularında demineralizasyonu önleyip remineralizasyonu destekleyerek diş asit ataklarına karşı korur.

CPP-ACP Amerika'da MI PasteTM ve 900 ppm (*part per million*- milyonda bir) florür içeren MI Paste PlusTM (GC Corporation, America) ticari ismiyle pazarlanırken, diğer ülkelerde Tooth MousseTM ve Tooth Mousse PlusTM (GC Corporation, Japan) adıyla piyasaya sürülmüştür (70).

CPP-ACP'nin pat halinin yanı sıra piyasada şekeriz sakız (RecaldentTM, GC Corp, Japan; Trident WhiteTM, Cadbury Adams USA; Parsippany, New Jersey, USA), şekeriz naneli draje (Recaldent MintsTM, Cadbury Japan Altd., USA), gargara ve restoratif materyal gibi çeşitli ürünlerin içine katılmış formu da bulunmaktadır (70,71).

CPP-ACP'nin diş hekimliğinde diğer kullanım alanları;

- Diş beyazlatma işleminden sonra
- Ortodontik tedavi süresince
- Diş taşı temizliğinden sonra

- Diş hassasiyetinin önlenmesi ve kontrolü için
- Yüksek çürük riski olan hastalarda topikal florür uygulamasına destek olarak
- Erozyon, ağız kuruluğu ve Sjögren Sendromu olan hastalarda
- Özel bakıma ihtiyaç duyan hastalarda

CPP-ACP patını üreten firmanın önerileri doğrultusunda; süt proteinine ve benzoat türevlerine alerjisi veya hassasiyeti olanlarda patın kullanımı kontrendikedir.

2.4.6. Florür Uygulamaları

Florun Yapısı

Flor elementi (F⁻) periyodik tabloda 7A (halojenler) grubunda olup insan yaşamı için büyük önemi olan eser elementler arasında yer alır. Negatif yüklü bir elementtir ve kimyasal reaksiyonlar açısından oldukça aktiftir. Doğadaki en elektronegatif element olmasından dolayı serbest halde değil bileşik olarak bulunur. Genel olarak florosilikat (Na₂SiF₆), florapatit (Ca₁₀(PO₄)₆F₂) veya kalsiyumflorür (CaF₂) gibi formlarda bulunur. Miktarı ppm olarak ifade edilmektedir (34,72).

Florür doğada hemen hemen tüm canlılarda eser miktarda olmasına rağmen kabuklu deniz ürünlerinde ve balıklarda yüksek konsantrasyonda bulunur. Derin sularda ve toprakta mevcuttur ama yağmur suyunda yoktur (72,73).

Florür Uygulamalarının Çürük Önleyici Etkisi

Dean (74) 1938 yılında yayınladığı bir raporda diş çürüklerinin önlenmesinde florür uygulamalarının etkili bir yöntem olduğunu bildirmiştir. Florürler o yıllardan günümüze kadar, çürük gelişimini önlemede kullanılan en etkili ajanlardır. Flor insan vücudunda diş minesini, dentin ve kemiğin yapısına katılır ve minede florapatit olarak birikir. Flor mine üzerindeki çürük önleme etkisini üç mekanizma ile gerçekleştirir (4);

1. Minenin çözünürlüğünü azaltarak veya engelleyerek
2. Bakterilerin asit üretimlerini engelleyerek
3. Mine yüzeyindeki remineralizasyonu arttırarak

Minenin çözünürlüğünün azalması veya engellenmesi minedeki hidroksil iyonlarının flor iyonu ile yer değiştirerek florapatite dönüşmesiyle gerçekleşir. Normal şartlarda hidroksiapatit yapı oldukça stabildir. Ancak beslenmeyle birlikte oluşan asit ataklar karşısında hidroksil iyonlarının çözünürlükleri yüksektir. Uygulanan florürlü ajanlarda bulunan flor iyonları yarıçapı kendisine çok benzeyen hidroksil iyonları ile kolayca yer değiştirir. Böylece asitler karşısında daha dirençli olan florapatit oluşur (75,76).

Bakteriler üzerine olan etki ise flor iyonunun bakterilere yapışarak karbonhidrat metabolizmalarını bozması ve glikozun yıkımında rol oynayan enzimleri inhibe etmesi ile gerçekleşir. Böylece şekerin yıkılmasıyla oluşan asit üretiminin önüne geçilmiş olur. Ayrıca bakteri yüzeyine bağlandığında, yüzeyde yük değişikliği yaparak bakterilerin mineye tutunmasını engeller. Mine yüzeyinde de yüzey enerjisini düşürerek yine bakterilerin dış yüzeyine yapışmasını önler (44,75).

Flor iyonları iyonize formdayken bakteri hücre duvarını geçemezler. Ancak asit ortamda mine yüzeyinden çözünen hidroksil iyonları ile birleştiğinde hidrojenflorür (HF) oluşur. HF bakteri hücre duvarını kolayca aşarak hücreye girer ve bakterinin bütünlüğünü bozarak asit oluşumunu azaltır. Böylece tükürük pH'ını da nötr hale getirir. Tükürükte bulunan kalsiyum ve fosfat iyonları kalsiyum fosfat bileşiği ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) bileşiği şeklinde dış yüzeyine çökerek remineralizasyon oluşumunu sağlar (44,75).

Florürlerin Uygulanma Yöntemleri

Florürler temelde topikal veya sistemik olarak iki farklı yöntemle uygulanırlar.

Sistemik Florür Uygulamaları

Sistemik uygulamanın temeli, dişler sürmeden önce yapıya flor iyonunu katıp minedeki konsantrasyonunu arttırmaktır. Ancak dişlerin sürmesinden sonra sistemik florür alınması tükürüğün florür konsantrasyonunu bir miktar arttırması dışında sistemik yönde bir fayda sağlamamakla birlikte sürmüş dişler üzerinde topikal bir etki görülmesi beklenir (34,77).

Suya Florür Eklenmesi

Suların florürlenmesi içme suyuna önceden belirlenmiş bir doza kadar flor iyonu konsantrasyonunun katılmasıyla olur. Önceden belirlenmiş flor iyonu dozu bireylerin diğer kaynaklardan aldığı miktarlar da belirlenerek florozis oluşmadan çürük önlemede etkili olabilecek miktardır. Daha önceleri bu doz 0.7-1.2 ppm olarak belirlenmesine karşın WHO 1994 yılında 0.5-1.0 ppm olarak önermiştir (78,79).

Şehir sularının florürlenmesinde genellikle NaF, hidroflosilik asit ve sodyum silikoflorür kullanılmaktadır. İçme suyuna florür eklenmesinin bireyler için aktif bir katılım gerektirmeden tüm kesimlere ulaşabilmesi sebebiyle etkili bir yöntem olduğu bildirilmiştir (78,79). Bununla birlikte; gelişmekte olan ülkelerde su şebekesinde gerekli donanım olmaması ve bu ekipmanların pahalı olması sebebiyle suların florürlenmesi maliyeti yüksek bir uygulamadır. Ayrıca çürük görülme sıklığının belirgin şekilde fazla olduğu gelişmekte olan ülkelerde özellikle şehirlerde şebeke suyu sıklıkla kesilmekte ve kırsal kesimde ise nadiren bulunmaktadır. Bu sebeple gelişmekte olan ülkelerde şehir sularının florürlenmesiyle her kesime eşit şekilde ulaşmak mümkün olmayacaktır. Bunların yanında toplumun su tüketim miktarının o bölgelerdeki hava sıcaklığına göre değişiklik göstermesi de yöntemin bir diğer dezavantajı olarak sayılabilir (79).

Süte ve Sofra Tuzuna Florür Eklenmesi

Suların florürlenmesinde, zorluklarla karşılaşıldığı için alternatif olarak süte veya tuza florür eklenmesi düşünülmüştür (79,80).

Süte florür eklenmesi direkt olarak çocukları hedef alan bir uygulamadır. Ayrıca suların florürlenmesine göre daha ekonomik ve kişinin florürlü veya florürsüz sütü seçebilme özgürlüğünün olduğu bir uygulamadır. Ancak her çocuğun aynı miktarda süt tüketmemesi ve sütteki kalsiyum ve proteinlerin florürü bağlamasıyla topikal etkisinin suya göre çok daha az olması nedeniyle tercih edilmemektedir (79,80).

Sofra tuzuna potasyum florür veya NaF ilave edilmektedir. Florürden yararlanma gün boyu düşük dozlar şeklinde olmaktadır. Ayrıca maliyeti de oldukça düşüktür. Ancak uygulamanın tuz tüketimini teşvik etmesi ve fazla miktarda tuz tüketiminin de hipertansiyona neden olması sebebiyle çok yaygın olarak tercih edilen bir uygulama değildir (79,80).

Florür Tabletleri ve Damlaları

Suların florürlenmesine alternatif olarak geliştirilmiş ürünlerdir. Bebekler için damla, çocuklar için tablet ve pastil gibi farklı formları bulunmaktadır. 0.25 miligram (mg), 0.5mg ve 1mg'lık formlarda hazırlanmış ürünler bulunmaktadır. Florür tabletleri kullanımı sonrasında florosis vakalarına rastlandığından WHO tarafından doz ayarlaması önerilmiştir. Hastanın yaşına ve bölgedeki suların florür konsantrasyonuna göre uygun doz hesaplanıp kullanılır. WHO'nun 1994'te yayınladığı raporda dünya üzerinde birbirinden farklı birçok doz ayarlaması benimsendiği bildirilmiştir (80). Tablo 2.2'de Amerika Çocuk Diş Hekimliği Birliği (*American Academy of Pediatric Dentistry AAPD*) tarafından önerilen uygun dozlar gösterilmektedir (81).

Tablo 2.2. İçme suyundaki florür miktarına ve yaşa göre florür tableti alım miktarı (AAPD 2013).

Yaş	Su florür dozu		
	0.3 ppm	0.3 – 0.7 ppm	0.7 ppm
6 ay – 3 yaş	0.25 mg	-	-
3 – 6 yaş	0.50 mg	0.25 mg	-
6 – 16 yaş	1 mg	0.50 mg	-

WHO 1994'te yayınladığı raporda florür tabletlerini iki ve daha küçük yaşlarda kullanmaya başlayan çocukların %60'ının çürükten korunduğu bildirilmiştir. Florürün dişler üzerine olan topikal etkisinden de yararlanılmak için tabletlerin direk olarak yutulmasından ziyade emilerek veya çiğnenerek kullanılması önerilmektedir. Ayrıca uzun dönem düzenli olarak kullanım gerekmektedir. Ailelerin günlük kullanılması gereken bu dozları unutup atlayabilme olasılığı sebebiyle aile uyumu gerektirmektedir (79).

Topikal Florür Uygulamaları

Topikal florür uygulamaları çürük önlenmesi için yaklaşık 50 yıldır kullanılan geçerli bir yöntemdir. Florürlü diş macunu, gargara, cila ve jeller bu amaçla kullanılan yöntemlerdendir (79).

Florürlü Diş Macunları

Diş macunlarına florür eklenmesi 1945 yılından beri uygulanan bir yöntemdir. Florürlerin her gün düzenli olarak kullanılmalarını sağlayan çürük önlemede etkili bir yöntemdir. WHO'nun 1994 yılında yayınladığı rapora göre florürlü diş macunuyla fırçalamanın çürük insidansını belirgin şekilde azalttığı yapılan birçok çalışmayla gösterilmiştir. Diş macunlarına sodyum florür (NaF), asidüle fosfat florür (APF), kalay florür (SnF₂), sodyummonoflorofosfat (NaMFP) ve amin florür (AmF) ilave edilmektedir. Macunların içeriklerindeki florür konsantrasyonları 1500 ppm civarında olmakla birlikte 400 ile 5000 ppm arasında değişen miktarlarda florür içeren macunlar bulunmaktadır (82). 1000 ppm'in üzerindeki her 500 ppm için çürükteki azalma oranı % 6 olarak bildirilmiştir. WHO tarafından yayınlanan rapora göre 1977'de Avrupa komisyonu reçetesiz olarak piyasada satılabilecek macunlardaki uygun florür konsantrasyonunu en fazla 1500

ppm olarak belirlemiştir (79). Ancak belirtilen dozlar altı yaşından küçük çocuklar macunu tüküremeyip yutacağı için oldukça yüksektir. Çocuklar için uygun diş macunu florür konsantrasyonu hesaplanırken 0.10 mgF/kg şeklinde hesaplanmalıdır. Altı yaş altı çocuklar için özel olarak üretilmiş 500 ppm florür konsantrasyonlu macunlar önerilmektedir. Ayrıca ebeveyn kontrolünde diş fırçalanmalı ve diş macunu fırçanın üstüne çok küçük miktarda (2 yaş altı çocuklar için sürüntü şeklinde 2-6 yaş aralığındaki çocuklar için bezelye büyüklüğünde) sürülmelidir (79,81,83).

Florürlü Jel, Köpük ve Solüsyonlar

Florürlü jeller ve solüsyonlar yaklaşık 50 yıldır klinik uygulamada kullanılan topikal florür uygulama yöntemleridir. En sık kullanılan tipleri NaF ve APF olmakla birlikte SnF₂ ve AmF de kullanılanlar arasındadır. NaF içeren jeller % 2 oranında hazırlanmaktadır ve pH'ları nötraldir. APF içerenlerde ise bu oran % 1.23 tür ve pH'ı 3 civarındadır. SnF₂ ise % 8-10 oranında kullanılmaktadır. Jeller hazırlanan florürlü solüsyonun içerisine metil selüloz ilave edilerek hazırlanmaktadır. Köpük formların jellere göre avantajı daha az miktarlarda uygulanabildiği için tükürme işlemini iyi yapamayan hastalar için yutulan flor miktarının azalmasıdır (79,84).

En sık kullanılan florürlü jellerden; NaF jel 9000 ppm, APF jel ise 12.300 ppm flor iyonu içermektedir. NaF jel ve APF jellerin uygulama süreleri dört dakika olarak belirlenmiştir. Jeller köpük kaşıklarla veya direkt olarak pamuk peletlerle uygulanabilirler. Kaşıkla uygulanacaksa jellerin miktarı 2 ml veya kaşık kapasitesinin % 40'ını geçmeyecek şekilde olmalıdır. Uygulama öncesinde hasta dik pozisyonda oturtulur ve ağızına tükürük emici yerleştirilir. Dört dakika sonra kaşık ağızdan çıkarılır ve hastaya ağızındaki florürlü jeli tükürmesi söylenir. Ayrıca 30 dakika boyunca herhangi bir şey yiyip içmemesi, ağızını çalkalamaması belirtilir. Florür uygulamaları rutinde altı ayda bir önerilmektedir. Ancak yüksek çürük risk grubundaki hastalarda daha sık (3 ayda bir) uygulanabilir (79,81).

Özellikle suların florülenmediği bölgelerde florürlü jeller çürük gelişiminin önlenmesinde alternatif bir yöntemdir. Ucuz ve kolay bir uygulamadır. Florür içerikli jellerin yılda bir kez uygulanmasıyla % 23, yılda iki kez uygulanmasıyla % 33 oranında çürük gelişiminde azalma meydana geldiği bildirilmiştir (73,85).

Florürlü Cilalar

Florürlü cilalar (vernükler) küçük aplikatörlerle diş uygulanan, çürük gelişiminin önlenmesinde etkinliği kanıtlanmış materyallerdir. Çürük risk durumuna göre 3-6 ayda bir tekrarlanmaları önerilir (79,81).

Kullanımlarıyla ilgili üretici firmanın önerisi doğrultusunda içeriğindeki maddelere (beyaz balmumu ve kolofon) karşı alerjisi, ülseratif dişeti iltihabı ve stomatiti olan hastalarda kullanılmamalıdır. Bu konuda yapılan bir çalışmada kontakt dermatiti olan iki hasta dışında florürlü cilaya karşı alerjik reaksiyon gözlenmemiştir (86).

Florürlü cilaların diş yüzeyine 48-72 saat tutunma süreleri olduğu bildirilmiştir. Bu sebeple küçük çocuklarda bile güvenle kullanılabilirler. Florürün ağız içinde kısa süre yüksek konsantrasyonda bulunmasındansa uzun süre düşük konsantrasyonda bulunması başlangıç çürüğünün remineralizasyonunda daha etkilidir. Florürlü cilaların çürük önleyici etkisi bu mekanizma ile olmaktadır (87). Difluorosilan veya NaF içeren cila çeşitleri bulunmaktadır. Bunlardan en sık kullanılanları Duraphat (% 5 NaF), Fluor Protector (% 0,1 silan florid) ve Bifluorid 12 (% 6 NaF + % 6 CaF₂)'dir (88). Carvalho ve arkadaşlarının (89) yaptıkları bir çalışmada çürükten korunmada en etkili olan florür cilasının Duraphat olduğu bildirilmiştir.

Yavaş Salım Yapan Florür Sistemleri

Yapılan çalışmalarda florürlerin en çok düşük dozlarda sürekli salım yaptığında remineralizasyonu desteklediği bildirilmiştir. Yavaş salım yapan sistemler, dental restoratif materyallere veya ağız içi apareylere florür ilavesiyle elde edilmektedir (79).

Restoratif materyaller florür içeriklerine göre; yüksek (geleneksel cam iyonomer simanlar), orta (resinle modifiye cam iyonomer simanlar), düşük (poliasitle modifiye kompozit rezinler, florür içeren fissür örtücüler ve kompozit rezinler) florür salımı yapan materyaller olarak sınıflandırılırlar. Bu materyaller bir süre sonra florür salınım hızlarını büyük oranda kaybederler. Topikal florür uygulamaları veya florürlü

diş macunu ve gargara gibi ağız içine yeniden florür alımıyla yeniden yüklenip florür rezervuarı gibi görev yaparlar (79,90).

2.4.7. Lazer Uygulamaları

Lazer kelimesi İngilizce '*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*' kelimelerinin baş harflerinin kullanılmasıyla oluşturulmuştur. Bu kelimelerinin Türkçe karşılığı 'radyasyon salınımının uyarılması ile ışık şiddetinin artırılması'dır.

Lazerin temeli atom veya molekül enerji düzeyleri arasındaki elektron geçişleri olan ışık fotonlarına dayanır (91). **Işık** doğrusal olarak yayılan elektromanyetik dalgalarıdır. **Elektromanyetik dalga** ise atomlardan çeşitli şekillerde ortaya çıkan enerji türleri ve bunların yayılma şeklidir (92).

Lazer Işığının Oluşma Mekanizması

Lazer ışığının oluşumunun temeli uyarılmış salınımına dayanır. Minimum enerji ilkesine dayanarak atom veya moleküller düşük enerji seviyesinde olmak isterler. Atomun en düşük enerjili olduğu durum elektronların çekirdeğe en yakın olduğu durumdur ve **bazal durum** olarak adlandırılır. Bazal durumdaki bir atoma dışardan enerji verilirse elektronlar daha yüksek enerjili başka bir yörüngeye taşınır ve bu durum enerjinin elektronlar tarafından **soğurulması (absorbsiyon)** olayıdır. Uyarılarak enerjileri artırılmış atomlar tekrar denge hali olan bazal duruma dönmek isteyeceklerdir yani kararsız haldedirler. Bu yörünge değişimi sırasında aradaki enerji farkı kadar foton açığa salar. Bu olaya da **anlık salınım** denir (91,93,94).

Lazerin temeli olan **uyarılmış salınımında** ise anlık salınım yapmakta olan bir atoma bir foton daha çarptırılırsa birbiri ile aynı özellikte iki foton salınır. Bu iki foton aynı frekansta, aynı fazda ve aynı polarizasyon doğrultusundadır (91,93). Çok sayıda atomdan oluşan bir sistem ele alınırsa başlangıçta atomlar bazal enerji düzeyindedirler ve enerjilerinin yükseltilmesi gerekir. Bu pompalama denilen işlemle gerçekleştirilir. Ayrıca bu enerji değişiminden lazer ışığı elde edebilmek için yüksek enerji düzeyinde kalma süreleri bazal enerji düzeyinde kalma sürelerinden uzun olmalıdır. Böylece yüksek enerji seviyesinde bulunan atomların sayısı daima artar (91,95,96).

Bir atom alabileceği maksimum enerjiyi aldığı zaman kendisiyle aynı enerjide başka bir atomla çarpırsa enerjisini ışık dalgası olarak verir. Bu durumda çarpıştığı dalga ile aynı frekans ve seviyede iki ışık dalgası yayar. Lazer sisteminde bu özellikten yola çıkılarak çarpışmaların sayısı artırılıp daha çok ışık elde edilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla lazere karşılıklı iki ayna yerleştirilmiştir. Aynalardan birisine dik açığa rastlantısal olarak gelen bir ışık dalgası iki ayna arasında gidip gelmeye başlar. Bu sırada karşılaştığı enerji dolu atomların da enerjisini ışık olarak açığa çıkarmaya zorlar, böylece ışığın miktarı sürekli artar. Ancak iki ayna arasına hapsolmuş ışıkla herhangi bir şey yapabilmek mümkün değildir. Bu sebeple aynalardan birisi yarı geçirgen özelliğe sahiptir ve ışığın bir bölümünün buradan çıkması sağlanarak lazer ışığı elde edilmiş olunur (95).

Lazer Işığının Özellikleri

Lazer ışığının geleneksel ışık kaynakları tarafından üretilen ışıktan bazı farklılıkları vardır:

1. Doğrusal gitme (Collimated): Görünür ışık dağınıkken lazer ışığı doğrusaldır, dağılmaz. Tamamen birbirine paralel olarak ilerler. Ayrıca lazer ışımına yön verilebilmektedir. Çok az sapma yaptığı için saçılan görünür ışığın aksine keskin bir şekilde hedeflendirilebilir (95,96).

2. Tek renk olma (Monokromatik): Görünür ışık birçok renk içerirken lazer ışığı tek dalga boyuna sahip olmasından dolayı tek renktir. Lazerin cinsine göre çeşitli renkte ışınlar elde etmek mümkündür (96).

3. Aynı fazlı olma (Coherent): Görünür ışığın ışık dalgaları farklı fazdayken lazer ışığının aynı fazdadır. Bu fotonların iyi organize ve senkronize olup uzun mesafeye dağılmadan aktarılabilmesi olarak açıklanabilir (96).

4. Yüksek güç yoğunluğu ve enerjiye sahip olma: Görünür ışık düşük güç yoğunluğu ve enerjiye sahipken lazer ışığı yüksek güç yoğunluğu ve enerjiye sahiptir. Bazı lazerlerin şiddetine ulaşmak için cisim 10^{30} Kelvin'e kadar ısıtılmalıdır ki o yoğunlukta ışık yaysın. Bir ampuldeki tungsten 3000 Kelvin, güneş ise 10^8 Kelvin sıcaklığındadır (96).

Lazer Doku Etkileşimi

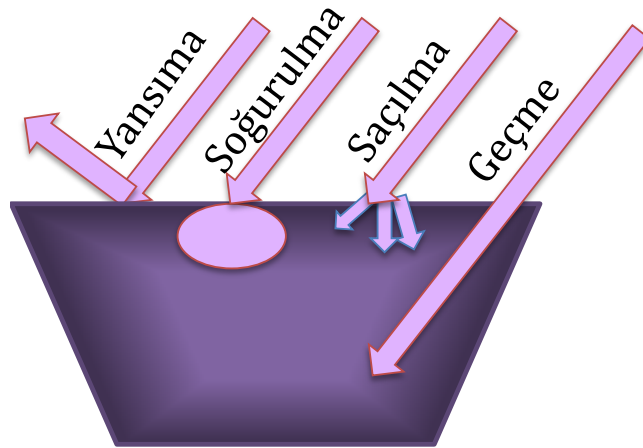
Lazer ışığı dokuya çarptığında soğurulabilir, yansiyabilir, doku içinde dağılılabılır veya dokuda herhangi bir etkiye neden olmadan dokuyu terk edebilir.

Soğurulma (*Absorption*): Bazal enerji düzeyindeki bir atoma dışarıdan enerji verildiğinde elektronların daha yüksek bir yörüngeye taşınması için bu enerjiyi absorbe etmesine soğurulma denir. Bir dokuda biyolojik etki oluşması için soğurulma gereklidir. Soğurulma lazerin dalga boyuna ve dokunun özelliklerine bağlıdır. Bir lazer farklı dokularda farklı etkiler oluştururken, aynı dokuda kullanılan farklı lazerler de farklı özellikler meydana getirebilirler. Lazer enerjisinin dokudaki soğurulması sonrasında dokuda vaporizasyon (buharlaşıma) veya karbonizasyon (kömürleşme) meydana gelir. Bu durum ışık enerjisinin ısı enerjisine dönüşmesidir (96-98).

Yansıma (*Reflection*): Doku üzerine uygulanan lazer ışığının doku yüzeyinden sekerek dışarıya doğru yansımasıdır. Yansımanın meydana gelmesi enerjinin hedeflenen miktarda dokuya iletilmediğini, dağıldığını gösterir. Normalde dokuya verilen ışın demeti yaklaşık %3 oranında yansıma gösterir. Yansıyan enerji miktarı fazla ise çevre dokular zarar görebilir. Uygulanan yüzey sert ve parlaksa yansıma artacaktır. Minede yansıma dentin ve semente göre daha fazladır (96,97,99).

Saçılma (*Scattering*): Lazer enerjisinin doku içerisinde dağılması yani hedeflenen dokudan farklı yönlerde saçılmasıdır. Dağılan enerji de soğurulur ve lazer demeti dışındaki alanda da ısı artışına sebep olur. Böylece enerji bir miktar dağılarak termal hasar oluşma ihtimali azaltılmış olur. Saçılma ne kadar fazla ise enerji daha geniş bir alana yayılır ve lazer ışığının güç yoğunluğu azalır (96,97,99).

Geçme (*Transmission*): Geçme etkisi maksimum penetrasyon derinliği olarak da tanımlanır. Penetrasyon derinliği dalga boyuna bağlı olarak soğurulma katsayısıyla ilişkilidir. Yani lazer ışığı doku tarafından ne kadar az soğuruluyorsa, penetrasyon derinliği o kadar fazladır (96,97,99).



Şekil 2. 1. Lazer ışığının doku ile etkileşimi.

Lazer ışığı doku ile etkileşime girdiğinde fotokimyasal, fototermal, fotoelektrik ve fotomekanik reaksiyonlar gerçekleşir.

Fotokimyasal reaksiyonlarda lazer ışığı uygulandığı hedef dokuda termal değişiklikler olmaksızın molekül bağlarının çözülmesi gibi çeşitli kimyasal reaksiyonlarının tetiklenmesi görülebilir. Etkilenen hücrede daha fazla DNA ve RNA sentezi olur ve hücre metabolizması artar (98,100).

Fototermal etkide lazer enerjisi ısı enerjisine dönüşerek dokuda ani ısı artışına neden olur. Bu ısı artışı da hücre içi sıvının buharlaşmasına ve hücrenin devamlılığının bozulmasına yol açar. Termal etkinin şiddeti lazer ışığı ve dokunun optik özelliklerine ve termal iletkenlik katsayısına bağlı olarak değişiklik gösterir. Dokuda enzimatik değişiklikler, ödem, protein denatürasyonu, dehidratasyon, karbonizasyon ve yanmalar görülebilir (97,98,100).

Lazer enerjisinin dokuda meydana getirdiği etki öncelikle dokunun su içeriğine bağlıdır. Meydana gelen ısı artışına göre oluşan değişiklikler Tablo 2. 3'te gösterilmiştir (96).

Tablo 2. 3. Dental yumuşak dokular üzerinde lazer enerjisinin termal etkisi.

Doku ısısı (°C)	Gözlenen etki
35-70	Hipertermi; bakteriyel inaktivasyon
> 60	Koagülasyon; protein denatürasyonu
70-90	Buharlaşma ile yumuşak dokuda madde kaybı
100-150	Buharlaşma
>200	Karbonizasyon; yanma

Fotomekanik ve fotoelektrik etkide kısa süreli ve çok yüksek enerjili lazer ışığı dokuya uygulandığında termal bir etki oluşmaksızın kinetik enerjiye dönüşür (100).

Lazer Sistemlerinin Sınıflandırılması

Lazer aktif maddesine göre;

- Katı ortam lazerleri: Er: YAG, Nd: YAG, Ho: YAG, Ruby, Alexandrite, Er; Cr: YSGG

- Sıvı ortam lazerleri: Boya lazerleri

- Gaz ortam lazerleri: CO₂, Argon, HeNe, Excimer, Ultraviyole

- Elektronik lazerler (yarı iletken lazerler): Diyot Lazerler

Lazerin çalışma yöntemine göre;

- Sürekli ışık veren lazerler (*continuous*)

- Atımlı ışık veren lazerler (*pulsed*)

- Kesikli ışık veren lazerler (*chopped*)

Lazer ışığının dalga boyuna göre;

- Mor ötesi (*ultraviolet -UV*) lazerler (140-400nm)

- Görünür (*visual-VIS*) lazerler (400-700nm)

- Kıızıl ötesi (*infrared-IV*) lazerler (700nm ve üstü)

Lazer ışığının enerjisine göre;

- Yumuşak (*soft*) lazerler (HeNe)

- Sert (*hard*) lazerler (CO₂, Nd: YAG, Er: YAG, Ho: YAG, Argon, Er; Cr: YSGG, Excimer) (92,101)

Diş Hekimliğinde Kullanılan Lazerler

Yumuşak Doku Lazerleri

Diş hekimliğinde kullanılan birçok lazerin dalga boyu yumuşak dokuda çalışmaya uygundur. Günümüzde kullanımı halen geçerli olan temel yumuşak doku lazerleri CO₂, Nd:YAG ve diyot lazerlerdir. Bu lazerler sert dokuyu kesme özelliğine sahip değildirler. Nd:YAG lazerlerin minede başlangıç çürüklerini temizleyebileceği FDA (*Food and Drug Administration*- Amerikan Gıda ve İlaç Kurumu) tarafından belirtilmiştir. Ancak oldukça yavaş bir kesim sağlamaktadır. Bu da hekimi diğer lazer tiplerini kullanıma itmektedir (102).

Nd:YAG lazerin dalga boyları 1064nm iken diyot lazerin 800-980nm arasında, CO₂ lazerin ise 10600nm'dir (91). Yumuşak doku lazerleri kanama kontrolü, ağrı azaltma, skar dokusunu azaltma, sütür ihtiyacını kaldırma, mekanik travmayı azaltma ve bakteriyemiye önleme gibi avantajlara sahiptir. CO₂ lazerler diğer lazerlerle kıyasla hidroksiapatit tarafından daha fazla absorbe edilir. Bu sebeple diş sert dokularında hızlı ısı artışına neden olur ve kullanımı oldukça kısıtlıdır (103).

Erbiyum Lazerler

Erbiyum grubunda Er: YAG ve Er, Cr: YSGG olmak üzere 2 farklı dalga boyuna sahip lazer bulunmaktadır (91). Erbiyum lazerler genel olarak çocuk hastalarda diş hekimine güvenli ve kolay bir çalışma sağlarlar. Er: YAG lazerlerin dalga boyları 2940nm iken Er, Cr: YSGG lazerlerin 2780nm'dir. Erbiyum lazerler elektromanyetik spektrumun gözle görünmeyen iyonize olmayan kızılötesi bölümünde yer almaktadırlar. Er: YAG lazerler YAG (*yttrium-aluminium-garnet*) ana kristali içine katılmış erbiyum iyonlarından oluşur. Erbiyum iyonları YSGG

(*yttrium-scandium-galium-garnet*) ana kristali içine katıldığında Er, Cr: YSGG lazer oluşturulmuş olur (102).

Erbiyum lazerlerin enerjisi diğer lazer türlerine kıyasla su tarafından daha fazla absorbe edilmektedir. Ayrıca kollagen ve hidroksiapatite karşı afiniteleri de yüksektir (104,105). Er, Cr: YSGG lazerlerin enerjisi sert dokudaki su molekülleri tarafından yüksek seviyede absorbe edilir ve su moleküllerinin kinetik enerjisi artar. Diş dokusunda mikropatlamalar meydana getirerek kavitasyon oluşumuna neden olurlar. Er, Cr: YSGG lazerde bulunan hava su spreyi sayesinde pulpa ve periodontal dokuların oluşan ısıdan zarar görmesi engellenir (91).

Er: YAG lazerler hem fiber optik sistem hem de hortumlu frekans yönlendirici dağıtım sistemine sahipken, Er, Cr: YSGG lazerler sadece fiber optik sisteme sahiptirler. Erbiyum lazerlerde fiber optik sistemler hava soğutmalıdır. Fiber optik baş Argon, Diyot ve Nd: YAG lazerlere göre daha sert ve kırılığandır. Erbiyum lazerlerin fiber başları rahat bir operasyon sağlayacak kadar büyüktür ve dental işlemler sırasında hava soğutması kullanılmalıdır (91).

Erbiyum lazerlerin enerjisi su molekülleri tarafından absorbe edilir ve küçük patlamalar oluşturarak kavite preparasyonu sağlanır. Bu sırada çevre dokuya az bir ısı iletilir. Dokunun enerjisi artar ve bundan çevre dokular da etkilenir. Çevre dokunun etkilenmesi lazer cihazının etkinliğinin azalmasına yol açar. Bunun önlenmesi için çevre dokunun üzerinin suyla kaplanmasıyla ısının düşürülmesi sağlanabilir. Çürük dentinin su içeriğindeki artış sebebiyle lazerin çürük dentini daha kolay uzaklaştırdığı da bildirilmiştir (91,106,107).

Erbiyum lazerlerin mine ve dentinin pürüzlendirilmesinde ve kavite preparasyonunda kullanılabilirliği 1997'de FDA tarafından onaylanmıştır (107,108). Erbiyum lazerler diş hekimliğinde sert ve yumuşak dokularda en çok tercih edilen lazerlerdir. Yumuşak dokularda çalışırken derin dokulara penetrasyonları zayıf olduğundan, düşük derinlikte etkin olarak çalışırlar ve böylece derin dokulara zarar vermezler (91). Güvenli ve kolay bir çalışma sağlamanın yanında bakterisidal etkinliğinin de olması tercih edilme sebeplerinden birisidir. Bu özelliğini bakteri

hücresinin içindeki su tarafından absorbe edilip hücreyi patlatması sebebiyle kazanır (107,109).

Hem sert hem yumuşak dokuda kullanılan erbiyum lazerler dokunun su içeriğine göre farklı parametrelerde kullanılmalıdır. Bu parametreler cihazın üzerindeki panelde yazılıdır. Bu parametrelere örnek olarak enerji düzeyleri; minede 4-8 W, dentinde 2-5 W, çürük ve yumuşak dokuda ise 1-3 W şeklinde kullanılmalıdır (107).

Düşük Seviyeli Lazerler (DSL)

Diş hekimliğinde kullanılan düşük seviyeli lazerler FDA sınıflamasına göre ‘sınıf 3’ lazerlerdir ve soft lazerler, düşük enerjili lazerler gibi başka isimlerle de anılırlar. Daha önce bahsedilen CO₂, Diyoit, Nd:YAG ve Erbiyum lazerler ‘sınıf 4’ olarak gruplandırılır ve dokuları kesmek yada ortadan kaldırmak amacıyla kullanılırlar. Oysa düşük seviyeli lazerler dokuya küçük miktarda enerji yükleyerek minimal hücresel değişiklik meydana getirirler. Bu lazerlerin enerji seviyeleri 500 mW’ın altında olmasından dolayı dokuda hasar meydana getirmezler ve risk teşkil etmezler. Bu lazer tiplerine örnek olarak He-Ne lazerler, Argon-ion lazerler ve defokus CO₂ lazerler verilebilir (102,110).

Düşük seviyeli lazer terapisinde (*Low Level Laser Therapy-LLLT*) amaç biyostimülasyon ve biomodülasyon yaparak hedef dokuda fototerapötik etki oluşturmaktır. Diş hekimliğinde ağrı kontrolünde ve yara iyileşmesinde kullanım alanları bulmuştur (110).

Lazer Güvenliği

Lazer kullanımında dikkat edilmesi gereken en önemli konulardan birisi de lazer güvenliğidir. Bu başlık altında çevreyi, cihazı, klinik ekibi ve hastayı korumak değerlendirilmektedir. Yanlışlıkla az miktarda lazer ışığına maruz kalırsa bile çok ciddi hasarlar meydana gelebilmektedir. Bu sebeple lazer güvenliği uluslararası belli kuruluşlarca denetlenmektedir ve kullanımına bazı kısıtlamalar getirilmektedir. Bu kurumlar; Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü (ANSI), Uluslararası Elektroteknik

Komisyonu (IEC), FDA, Radyolojik Sağlık ve Cihazlar Merkezi (CDRH) ve İşyeri Güvenliği ve Sağlığı Kurumu (OSHA)'dur (111).

Lazer güvenlik sınıflaması genel olarak sınıf 1'den 4'e dört ana başlık altında toplanmıştır. 2002'de IEC'de yapılan EN 60825-1 sınıflamasına göre M alt başlığı eklenmiştir. '**M grubu**' lazer ışığına deride ve çıplak gözle bakıldığında herhangi bir zararının olmadığı halde lens, büyüteç, mikroskop ve gözlük gibi optik bir aletle bakıldığında zararlı olan grup demektir (111-113).

Sınıf 1: Herhangi bir risk taşımayan çevreye ışın yaymayan kapalı lazerlerdir. Lazer yazıcı ve CD çalarlar buna örnektir (111-113).

Sınıf 1M: Bu lazerler geniş çaplı dağılan ışık oluşturur. Normalde zararlı olmamasına rağmen demet çapını daraltan loop veya elektron mikroskobu gibi optik cihazlarla bakıldığında zararlı etkileri olmaktadır (111-113).

Sınıf 2: Güçleri 1 mW'ın altında, elektromanyetik spektrumun 400-700nm dalga boyları arasında görünür ışık yayan lazerlerdir. Göze uzun süre temasında hasar oluşturabilir ancak göz kırpması refleksi korunma için yeterlidir, herhangi bir önlem almaya gerek yoktur. Marketlerdeki barkot okuyucular ve lazer pointerlar bunlara örnek olarak verilebilir (111-113).

Sınıf 2M: Çıplak gözle bakıldığında zararlı olmamasına rağmen optik cihazla bakıldığında zararlı olan lazerlerdir (111-113).

Sınıf 3 R: Elektromanyetik spektrumun 400-1400 nm dalga boyları arasında bulunurlar. Yaralanma ihtimali düşük olmasına rağmen bu cihazlarla çalışmak için lazer güvenliği eğitimi almak ve güvenlik kurallarına uymak zorunludur (111-113).











































Sınıf 3 B: Düşük enerji seviyeli, gücü 0,5 W'ın altında olan lazerlerdir. Gözle direkt temasında hasar meydana getireceğinden koruyucu gözlükle çalışılması şarttır. Bu lazerlerle çalışmak için lazer güvenliği eğitimi almak ve güvenlik kurallarına uymak zorunludur (111-113).




Sınıf 4: Gücü 0,5 W'ın üstünde, modu ne olursa olsun direkt temasında göze ve cilde zararları olan, yangın tehlikesi taşıyan lazerlerdir. Bu lazerlerle çalışmak için

lazer güvenliği eğitimi almak ve güvenlik kurallarına uymak zorunludur. Dış hekimliğinde kullanılan lazerler çoğunlukla bu gruptadır (111-113).

Lazer sınıflarıyla dokudaki oluşturabileceği hasar risk analizi Tablo 2. 4'te gösterilmiştir (112)

Tablo 2. 4. Lazer risk analizi.

	Kısa süreli uygulama		Uzun süreli uygulama		Lazer ışığın yansıması	Lazer ışığın deriye uygulanması
	Optik cihaz kullanımı	Koruyucu gözlük yok	Optik cihaz kullanımı	Koruyucu gözlük yok		
1						
1M						
2						
2M						
3R						
3B						
4						

 Risksiz  Risk şüphesi  Riskli

Lazer ışığının meydana getirebileceği hasarlar ışığın doğrudan teması ile oluşan birincil ve lazer ışığıyla ilgisi olmayıp kullanım sırasında ortaya çıkabilecek ikincil hasarlar olarak iki grupta toplanır.

Birincil hasar olarak göz ve deri hasarları akla gelir. Oluşacak hasarın şiddeti, lazer ışığının gözün ve derinin hangi dokusu tarafından absorbe edildiği ve dalga boyu gibi faktörlere bağlı olarak değişir. Gözde retina veya kornea yanıkları, geçici veya kalıcı görme bozuklukları, deride yanıklar oluşabilir.

İkincil hasarlar mekanik, elektriksel ve kimyasal hasarlardır. Ayrıca lazerlerin elektronik aksamalarında meydana gelebilecek problemlerden dolayı yangın tehlikesi de mevcuttur. Bunun önlenmesi için lazerle çalışılan odada yangıcı sıvı ve

gazlar bulundurulmamalı kullanılacak gazlı bez gibi malzemeler serum fizyolojikle ıslatılmalıdır (111-114).

Diş Hekimliğinde Lazer Kullanım Alanları

Lazerler diş hekimliğinin; çocuk diş hekimliği, konservatif diş tedavisi, endodonti, ortodonti, baş boyun cerrahisi ve periodontoloji gibi alanlarında çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır (102,107,113,115-119).

Lazerler günümüz diş hekimliğinde; çürük tespiti, vitalite değerlendirmesi (120-124), koruyucu diş hekimliği (6,8,9,125-136), çürüğün uzaklaştırılması (136-140), anestezi sağlanması (141,142), kavite ve kök kanallarının sterilizasyonu (107,143), restoratif materyalin uzaklaştırılması (144,145), mine ve dentinin pürüzlendirilmesi (146), dentin hassasiyeti tedavisi (147), dişlerin beyazlatılması (148), rezin polimerisasyonu (149), pulpa kaplaması ve pulpotomi (150), kök kanal preperasyonu (150), diş taşı temizliği, gingivektomi, gingivoplasti (151), periapikal cerrahi, insizyon, direnasyon, frenilektomi, aftöz lezyonların tedavisi (151) gibi birçok alanda kullanılır.

2.5. Remineralizasyon Ajanlarının Çürüğe Karşı Etkinliğini Değerlendirme Yöntemleri

Diş hekimliği literatüründe, remineralizasyon ajanlarının ve lazerin asit ataklara karşı dişlerin direncini arttırmadaki etkilerinin değerlendirildiği çalışmalarda mikrosertliğin yanı sıra SEM (*Scanning Electron Microscope*- Tarama Elektron Mikroskobu) (6,128,130,134,152), EDAX (*Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy*- Enerji Dağıtıcı X-ray Spektroskopisi) (128), flor iyonlarının kimyasal analizi (6,134,153), ICP-AES (*Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometer*, İndüktif Eşleşmiş Plazma-Atomik Emisyon Spektrometresi) (3,5,154) ve Polarize Işık Mikroskopisi (11,152) kullanılmıştır.

2.5.1. Enerji Dağıtıcı X-ray Spektroskopisi (EDAX)

SEM cihazına eklenen EDX dedektörü bir materyalin kimyasal yapısını inceleme imkanı sağlamaktadır. Çalışma prensibi SEM cihazındaki gibidir.

Materyale gönderilen elektronların madde ile etkileşimi sonucunda oluşan X ışınları, enerji seviyeleri üzerinden analiz edilir. Nanogram seviyesinde örneklerin analizleri yapılabilir. Mine örneklerinin kalsiyum, fosfat ve flor içerikleri tüm mineral içeriğine göre oransal olarak değerlendirilebilir (128).

2.5.2. Flor İyonlarının Kimyasal Analizi

Diş hekimliği literatüründe, flor iyonları Orion iyon analiz cihazına bağlanan iyon seçici elektrot ile analiz edilebilir. Öncelikle TİSAB (*Total Ion Strength Adjustment Buffer*- Total İyon Gücü Ayarlama Tamponu) çözeltileri kullanılır. Çözelti, ortam pH'ını ayarlayan tampon ve uygun kompleksleyici ajanlar içerir. Test örnekleri 5ml distile su ve 5ml TISAB bulunan solüsyona konulup 5 dakika beklenir. Cihazın seçici elektrotu solüsyon içine daldırılarak flor iyonu konsantrasyonu milivolt cinsinden okunur. Değer daha sonra ppm'e çevrilir. Her çalışmadan önce cihazın flor iyonu seçici elektrotu kalibre edilmelidir (6,134,153).

2.5.3. İndüktif Eşleşmiş Plazma-Atomik Emisyon Spektrometresi (ICP-AES)

ICP-AES elektromanyetik indüksiyonla 10.000 Kelvin (K) sıcaklığa ulaştırılan argon plazması tarafından numunenin uyarılmasını ve uyarılan elementlerin yaydıkları spesifik dalga boylarına göre belirlenmesini içeren bir analitik tekniktir. Plazma, elektromanyetik olarak argon gazının indüksiyon sarımlarında bir radyo frekans jeneratörü ile uyarılmasıyla elde edilir. Diş hekimliğinde kullanımı solüsyonların içindeki kalsiyum gibi iyonların ppm cinsinden miktarını belirlemektir. Belli bir solüsyona maruz bırakılan örnekten ayrılan iyon miktarını ölçmede kullanılır (3,154).

2.5.4. Polarize Işık Mikroskopisi

Titreşimleri tek bir doğrultuda olan ışık dalgalarına polarize ışık adı verilir. Polarize ışığın polarizasyonundan yani kutuplaşmasından yararlanılarak yapılan mikroskopa polarize mikroskop denir. Hücre ve dokuların bazı kısımlarının polarize ışığa karşı gösterdikleri özel tepkilerden hareketle geliştirilmiştir. Keratin, kristal, sinir ve kas fibrilleri gibi bazı hücre yapılarının görüntülenmesine olanak verir. Polarize ışık mikroskobu ile elde edilen görüntüler dijital görüntüleme programları kullanılarak

bilgisayar ortamına aktarılabilir (11,152).

2.5.5. Tarama Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi

SEM ile seramik, metal, polimer, jeolojik malzemeler ve biyolojik numunelerin topografi, morfoloji, şekil, boyut, bileşim ve kristallografik yapıları hakkında bilgi elde edilmektedir. Mine yüzeyinin topografik yapısı ve yüzeyde meydana gelen değişiklikler detaylı olarak değerlendirilebilir. Yalıtkan numunelerin analizi için numuneler yüksek vakumlu altın, palladyum veya karbon ile kaplanır. SEM’de görüntü elde edebilmek için yüksek voltajla hızlandırılmış elektronlar örnek üzerine odaklanarak örnek yüzeyinde taratılır. Örneğe ait atomlar ve elektronlar arasındaki etkileşim, uygun algılayıcılarla toplanarak dijital sinyallere çevrilip bilgisayar monitörüne aktarılır. Bu sayede, dokularda meydana gelen morfolojik değişikliklerin mikro ve nano düzeyde analizi yapılarak yorumlanabilir (6,128,130,152).

2.5.6. Mikrosertlik Testi

Sertlik, bir maddenin uygulanan kuvvet sonucu plastik bozulmaya karşı gösterdiği dirençtir. Bir maddenin yüzey özellikleri, materyaldeki değişimin değerlendirilmesi için belirleyici faktörlerdendir. Mikrosertlik testleri, diş hekimliğinde sıkça kullanılan değerlendirme yöntemlerinden biridir. Bu test kullanılarak diş dokusunun mineralizasyon derecesi belirlenebilir (155). Mikrosertlik ölçümleri için çok farklı yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerden en sık kullanılanları *Brinell*, *Knoop*, *Vickers*, *Rockwell* ve *Shore A* testleridir. Bu yöntemlerden hangisinin kullanılacağı seçilirken test edilecek örnek belirleyicidir. Metaller ve alaşımlar için *Brinell* sertlik testi, çelik toplar ve koniler için *Rockwell* sertlik testi, kauçuk ve yumuşak plastikler için *Shore A* sertlik testi, diş dokusu için *Vickers* veya *Knoop* sertlik testi kullanılmaktadır (156).

Lazerin koruyucu diş hekimliğinde kullanım amacı dişlerin çürüğe direncini artırmaktır. Lazer uygulanan minenin matriksinde oluşan kısmi denatürasyon mine geçirgenliğini ve demineralizasyonu azaltır (3,5). Bu etkiyi artırmak için lazer ve florürlerin beraber uygulanmaları gündeme gelmiştir (3,5-9). Yapılan çalışmalarda genellikle APF jeli kullanılmış olup, diş hekimliği pratiğinde sık kullanılan formların

(nötral NaF jel, APF jel, ve NaF cila) etkinliğini karşılaştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ayrıca, CPP-ACP bileşiğinin lazerle kombine kullanımına dair çok az sayıda çalışma mevcuttur (10,11) ancak bu çalışmaların hiçbirinde CPP-ACP ajanının florüre oranla etkinliği değerlendirilmemiştir. Gerek florürü gerekse CPP-ACP içeren çalışmaların çoğu daimi dişlerde yapılmış olup süt dişinin içerildiği çok az sayıda çalışma bulunmaktadır (8,10-12). Tüm bu verilere dayanarak bu çalışmanın amacı, farklı formdaki florür ajanlarının ve CPP-ACP bileşiğinin tek başlarına veya lazerle beraber kullanıldıklarında süt dişi minesinin mikrosertliğine olan etkisinin değerlendirilmesidir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, çeşitli florür ajanları ve CPP-ACP'nin yalnız veya lazerle birlikte kullanımlarıyla elde edilen çürük önleme etkinliklerini değerlendirmek amaçlanmıştır. Çalışmamızın Ho hipotezleri;

“Süt dişlerini çürüğe karşı korumada (pH siklusu sonrasında başlangıç mikrosertlik değerleri arasındaki fark olan $\Delta 3$ açısından);

1. Lazer ve dört farklı remineralizasyon ajanı arasında fark yoktur.

2. Lazerle beraber kullanıldığında, dört farklı remineralizasyon ajanı arasında fark yoktur.

3. Dört farklı remineralizasyon ajanının ve lazerin yalnız veya beraber kullanımları arasında fark yoktur.” şeklinde oluşturulmuştur.

Çalışmamızın deneysel kısımları Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi AR-GE Laboratuvarı'nda ve Diş Hekimliği Lazer Uygulamaları Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde, deneyler için gerekli solüsyonların hazırlanması Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesinde, Tarama Elektron Mikroskobu incelemesi ise Ortadoğu Teknik Üniversitesi AR-GE Eğitim ve Ölçme Merkezi'nde yapılmıştır.

Çalışma için gerekli etik kurul onayı Hacettepe Üniversitesi Girişimsel olmayan klinik Araştırmalar Etik Kurulundan alınmıştır (Ek-1, Karar No: GO 15/176-41).

3.1. Örneklerin Hazırlanması

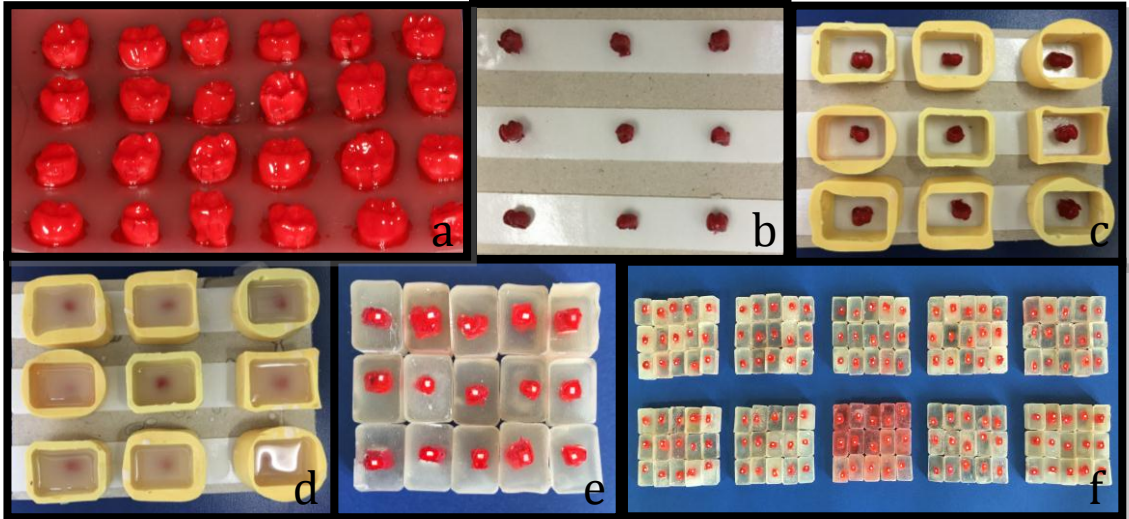
Çalışmamızda 150 adet çekilmiş insan süt azı dişi kullanılmıştır. Çekimi yapılan dişlerin üzerindeki doku artıkları bir kretuar yardımıyla uzaklaştırıldıktan sonra mikromotor ve polisaj lastiği kullanılarak polisaj yapılmıştır. Dişlerin kökleri elmas frez yardımıyla mine-sement bileşiminin altından kesilerek kronlardan ayrılmıştır (Şekil 3. 1 a). Kronların ön yüzüne, dönen polisaj cihazına (Presi Mecapol

P230, 38320 Brié et Angonnes, Grenoble, Fransa) takılan 800, 1200, 2000 gridlik silikon karbid kağıtlarla su soğutması altında polisaj yapılmıştır (Şekil 3. 1 b,c).



Şekil 3. 1. a: Kökü uzaklaştırılmış süt azı dişleri b: Kullanılan polisaj cihazı
c: Örneklerin polisajlanması.

Polisaj sonrasında düz olan mine yüzeylerine 2X2 mm boyutunda izolasyon bandı yapıştırılmış ve geride kalan tüm yüzeyler çift kat tırnak cilasıyla kaplanmıştır (Şekil 3.2 a). Örneklerin izolasyon bandı yapıştırılmış düz yüzeyleri ile zemine paralel olacak şekilde bir kartona yapıştırılan çift taraflı bandın diğer yapışma yüzeyi birleştirilmiştir (Şekil 3.2 b). Bu işlem ile örneklerin açıkta bırakılan mine yüzeylerinin yer düzlemine paralel olarak kalması amaçlanmıştır. Örnekler önceden hazırlanan silikon kalıplara yerleştirilmiştir (Şekil 3. 2 c). Otopolimerizan akrilik rezin (İntegra Birleşik Dental Grup, Ankara, Türkiye) silikon kalıba yavaşça örneklerin üstü örtülene dek dökülmüş ve akrilik rezinin sertleşmesi sonrasında silikon kalıp uzaklaştırılıp düz yüzeyleri zemine paralel olan örnekler elde edilmiştir (Şekil 3. 2 d,e). Örneklerin yüzeyindeki izolasyon bantlarının uzaklaştırılması sonrasında mine yüzeyinde 2X2mm boyutunda pencereler elde edilmiştir.



Şekil 3. 2. a: Tırnak cilasıyla kaplanmış örnekler b: Karton üzerindeki çift taraflı banda yerleştirilmiş örnekler c: Silikon kalıplar d: Akrilik rezin dökülmüş örnekler e,f: Kalıptan çıkarılmış, akrilik rezin blokların içerisindeki örnekler.

3.2. Kontrol ve Deney Grupları

Hazırlanan 150 örnek, her grupta 15 diş olacak şekilde, rastgele olarak 10 gruba ayrılmıştır:

Grup 1: Kontrol grubu

Grup 2: Nötral florür jeli (NaF) uygulanması

Grup 3: Asitli florür jeli (APF) uygulanması

Grup 4: Florür cilası (FC) uygulanması

Grup 5: Kazein fosfopeptit amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP) içerikli remineralizasyon ajanı uygulanması

Grup 6: Er;Cr:YSGG (Erbiyum Kromiyum Yttirium Scandium Galium Garnet, Waterlase MD, Biolase, Ingbert, Almanya) lazer (L) uygulanması

Grup 7: Er;Cr:YSGG lazer sonrasında NaF (L+NaF) uygulanması

Grup 8: Er; Cr: YSGG lazer sonrasında APF (L+APF) uygulanması

Grup 9: Er; Cr: YSGG lazer sonrasında FC (L+FC) uygulanması

Grup 10: Er; Cr: YSGG lazer sonrasında CPP-ACP (L+CPP-ACP) uygulanması

3.3. Çalışmada Kullanılan Materyaller ve Solüsyonlar

Çalışmamızda kullanılan materyaller Şekil 3. 3'te, kullanım şekilleri ve içerikleri Tablo 3. 1'de gösterilmiştir.

Tablo 3. 1. Çalışmada kullanılan materyallerin kullanım şekilleri ve içerikleri.

Ürünün Adı	Kullanım Şekli	İçeriği
Nötral Florür Jeli (NaF, Sultan Topex Neutral pH Gel, Sultan Dental Products, ABD) (LOT: AD31131)	- Mikro fırçayla 4 dakika uygulama - Yapay tükürüğe koyma	2% NaF 9000 ppm florür pH= 6,5-7,5
Asitli Florür Jeli (APF, Gelato, APF Fluoride Gel, Keystone industries, ABD) (LOT: NDC#068400-105-15)	- Mikro fırçayla 4 dakika uygulama - Yapay tükürüğe koyma	1,23% NaF 12300 ppm florür pH = 2,3
Florür Cilası (Duraphat, Woelm & Pharma Co., Eschwege, Almanya) (LOT: BCBXH)	- Mikro fırçayla uygulama - Yapay tükürüğe koyma - 24 saat sonra bisturiyle uzaklaştırma	%2.26 NaF 22600 ppm florür
Kazein Fosfopeptit Amorf Kalsiyum Fosfat (CPP-ACP, GC Tooth Mousse, GC Corp., Tokyo, Japonya) (LOT: 151003S)	- Mikro fırçayla 3 dakika uygulama - Yapay tükürüğe koyma - pH siklusu boyunca 3 dakika/ gün uygulama	%10 Kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum fosfat, su, gliserol, sorbitol, silikondioksit, CMC-Na, titanyumdioksit, ksilitol, fosforik asit, propil hidroksibenzoat, fosforikasit, çinkooksit, sodyum sakarin, etil hidroksibenzoat, magnezyum oksit, bütül hidroksi benzoat



Şekil 3. 3. Çalışmada kullanılan materyaller.

3.3.1. Yapay Tükürük Solüsyonu

Yapay tükürük solüsyonu 0,4 g NaCl, 1,21 g KCL, 0,78 g NaH₂PO₄2H₂O, 0,005 g Na₂S₉H₂O, 1g CO(NH₂)₂ ve 1000 ml distile deiyonize su ile hazırlanmıştır.

3.3.2. Demineralizasyon Solüsyonu

Demineralizasyon solüsyonu 2 mM kalsiyum klorit, 2,2 mM sodyum dihidrojen fosfat ve 0,05M asetik asit ile hazırlanmıştır. 1M potasyum hidroksit kullanılarak solüsyonun pH'sı 4,5 olarak ayarlanmıştır (157).

3.3.3. Remineralizasyon Solüsyonu

Remineralizasyon solüsyonu 1,5 mM kalsiyum klorit, 0,9 mM sodyum dihidrojen fosfat ve 0,15 M potasyum klorür ile hazırlanmıştır. Solüsyon pH'sı 7,0 olarak ayarlanmıştır (157).



Şekil 3. 4. Çalışmada kullanılan solüsyonların saklandığı kap.

3.4. Mikrosertlik Ölçümleri

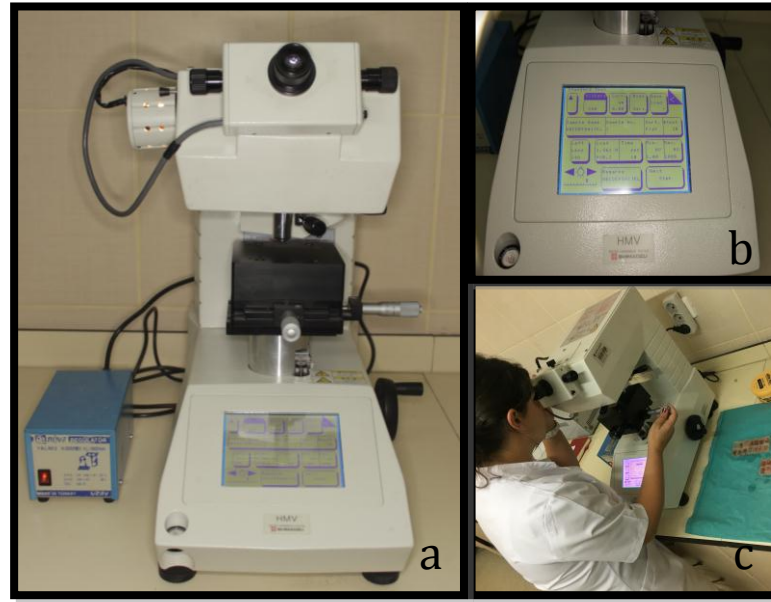
Mikrosertlik ölçümlerinde Hacettepe Üniversitesi AR-GE Bölümünde bulunan test cihazı kullanılmıştır (Shimadzu HMV-2, Tokyo, Japonya) (Şekil 3. 5 a). Cihazın üzerinde bulunan dokunmatik ekrandan kullanılacak test yükü 98,07 m N ile 19,914 arasında, uygulama süresi ise 5 ile 999 sn arasında ayarlanabilmektedir (Şekil 3. 5 b). Cihaz üzerinde X10 ve X40 büyütmede iki adet oküler bulunmaktadır.

Çalışmamızda mikrosertlik analizi cihazın vickers ucu ile örneğin üç farklı noktasından yapılmıştır. Örnekler cihazın tablasına yere paralel olacak şekilde yerleştirip, cihazın üzerindeki oküler yardımıyla uygun mine yüzeyi ayarlanmış ve ölçüm üç kere tekrarlanmıştır (Şekil 3. 5 c). Her ölçüm yüzeyinin arasında 100 mikron mesafe olmasına dikkat edilmiştir. Ölçüm yapılırken 10 saniye boyunca 200 gr (1,961 Newton) kuvvet cihazın piramit şekilli elmas ucuyla uygulanmıştır. Örneğin üzerinde oluşturulan penetrasyon girintisinin vertikal ve horizontal eksenleri X40 büyütmede ölçülmüş ve üç ölçümün ortalaması alınarak ortalama mikrosertlik değeri belirlenmiştir.

Örneklerin mikrosertlik değerleri; başlangıçta, uygulanan tedaviler sonrasında ve pH siklusu sonunda bahsedilen yöntemle yapılmıştır.

Vickers sertlik değeri (Vickers hardness number-VHN), uygulanan yükün (f), oluşan izin alanına bölünmesiyle hesaplanmıştır:

$$\text{VHN (kgf/mm}^2\text{)} = (1,8544 \times f) / d^2$$



Şekil 3. 5. a: Çalışmada kullanılan mikrosertlik test cihazı b: Uygulama süresi ve test yükünün ayarlanabildiği dokunmatik ekran c: Mikrosertlik ölçümü.

3.5. Kontrol ve Deney Gruplarının İşlem Basamakları

Grup 1 (Kontrol grubu): Örnekler başlangıç mikrosertlik ölçümü sonrasında 24 saat yapay tükürükte bekletilmiş daha sonra hiç bir tedavi uygulanmadan demineralizasyon prosedürüne tabi tutulmuştur. pH siklusu sonrası mikrosertlik değeri yeniden ölçülüp kaydedilmiştir.

Grup 2 (NaF uygulaması): Başlangıç mikrosertlik değeri ölçümü sonrasında mikro fırçayla diş yüzeylerine dört dakika boyunca NaF jel uygulanmıştır. Sonrasında örnek yüzeyleri steril spançla silinerek 24 saat süreyle yapay tükürükte bekletilmiş ve mikrosertlik ölçümleri yapılmıştır. Örnekler pH siklusuna tabi tutulduktan sonra yeniden mikrosertlik değerleri ölçülmüştür.

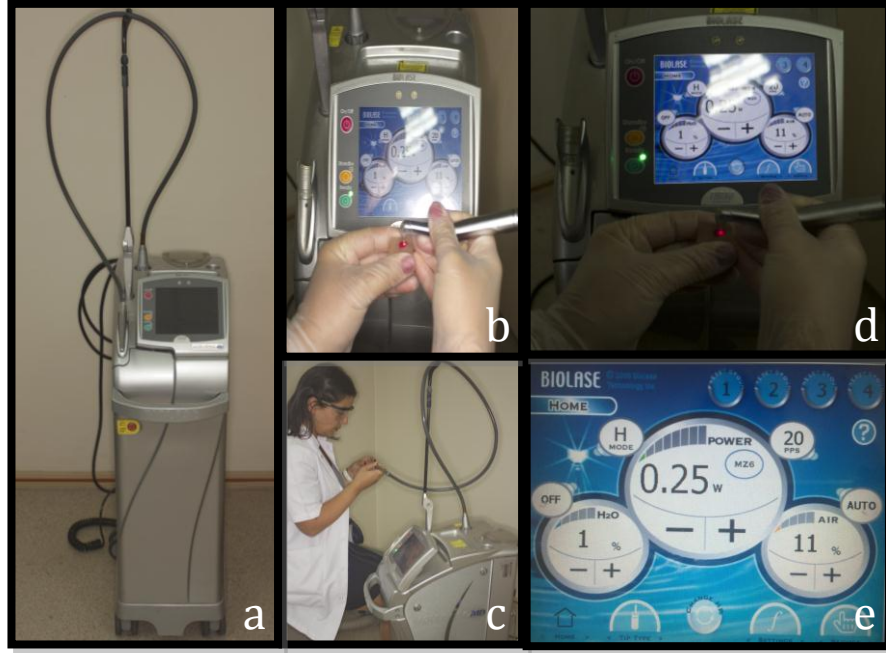
Grup 3 (APF uygulaması): Grup 2 ile aynı işlemler yapılmıştır. Tek fark dört dakikalık NaF yerine APF uygulamasıdır.

Grup 4 (FC uygulaması): Başlangıç mikrosertlik ölçümü sonrasında cila mine yüzeyine mikro fırçayla uygulanmış ve 24 saat süreyle yapay tükürükte bekletilmiştir. Bistüri ile diş yüzeyinden florür cilasını uzaklaştırıldıktan sonra ve pH döngüsünü takiben mikrosertlik ölçümleri yapılmıştır.

Grup 5 (CPP-ACP uygulaması): Başlangıç mikrosertlik ölçümü sonrasında mine yüzeyine mikro fırçayla CPP-ACP üç dakika boyunca uygulanmıştır. Sonrasında örnek yüzeyleri steril spançla silinerek yapay tükürüğe konulmuştur. CPP-ACP ajanının günlük uygulamasını taklit etmek amacıyla yedi gün boyunca günde bir kere uygulama tekrarlanmıştır. İşlem sonrasında ve pH siklusunu takiben mikrosertlik ölçümleri yapılmıştır.

Grup 6 (Lazer uygulaması): Başlangıç mikrosertlik ölçümü sonrasında mine yüzeyine 1-2 mm mesafeden non-kontakt modda lazer uygulaması yapılmıştır. Dalga boyu: 2,780 nm olan Er;Cr:YSGG lazer 0,25 W'da, %11 hava ve %0 su ile 10 saniye boyunca uygulanmış ve sonrasında örnekler 24 saat süreyle yapay tükürük içerisinde bekletilmiştir. Mikrosertlik ölçümleri yapılmış ve pH siklusu sonrasında ölçümler tekrarlanmıştır (Şekil 3. 6).

Grup 7-10 (Lazer uygulaması sonrasında NaF, APF, FC ve CPP-ACP uygulamaları): Başlangıç sertlik ölçümü sonrasında örnek yüzeylerine lazer Grup 6'da belirtilen parametrelerde uygulanmıştır. Örneklerin serum fizyolojikle yıkayıp kurulanmasından sonra florürler ve CPP-ACP ajanı daha önce belirtilen şekillerde uygulanmıştır. Mikrosertlik ölçümleri yapılan örneklerin pH siklusu sonrasında da mikrosertlik değerleri kaydedilmiştir.



Şekil 3. 6. a: Er,Cr:YSGG lazer cihazı b,c,d: Lazer uygulaması e: Uygulanan parametreler.

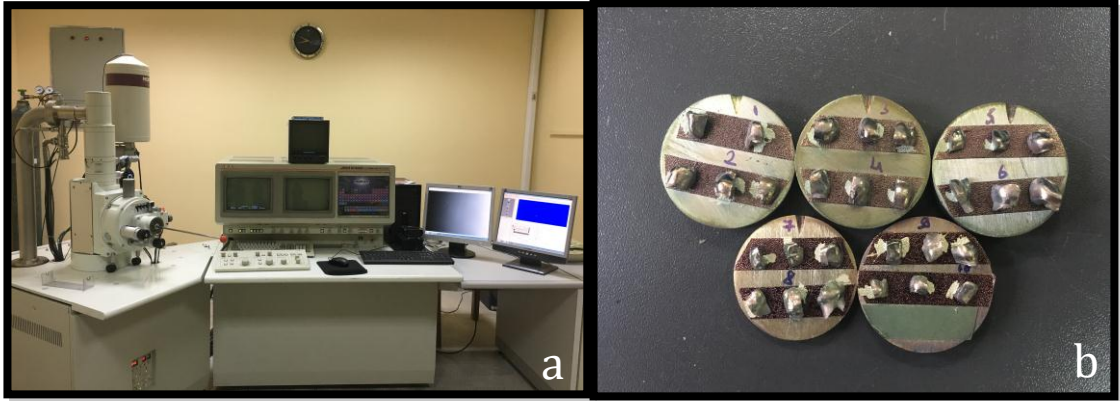
3.6. pH Siklusu

Çalışmamızda ağız ortamındaki gün boyu meydana gelen pH değişikliklerini taklit etmek amacıyla ten Cate ve Duijsters (157) tarafından önerilen pH siklusu kullanılmıştır. Bu yöntemle göre örnekler günde bir kez altı saat boyunca demineralizasyon solüsyonunda, günün geri kalan 18 saatlik kısmında ise remineralizasyon solüsyonu içinde bekletilmiştir. Solüsyon değişimleri sırasında örnekler serum fizyolojikle yıkanıp steril spanç ile kurulanmış ve diğer solüsyonun bulunduğu kaba yerleştirilmiştir. Örneklerin karışmasını önlemek için her bir grup üzerinde grup ismi yazan ayrı kaplarda bekletilmiştir. Örnekler beş günlük pH siklusu sonunda iki gün boyunca remineralizasyon solüsyonunda bekletilerek döngü tamamlanmıştır. pH siklusu boyunca kullanılan solüsyonlar üç günde bir taze olarak hazırlanmış ve günlük olarak değiştirilmiştir.

3.7. Örneklerin Tarama Elektron Mikroskobu ile İncelenmesi

Her gruptan birer örnek mesio-distal ve bucco-lingual yönlerde elmas separeyle kesilerek dörde ayrılmıştır. Dört örnekten biri, başlangıç mine yüzeyinin değerlendirilmesi için serum fizyolojik içerisinde bekletilmiştir. Diğer iki tanesi ise (daha önce bahsedilen şekilde) her grupta belirlenen işlemler uygulanarak bir gün

süreye yapay tükürükte tutulmuştur. İşlem yapılan iki örnekten bir tanesi serum fizyolojinin içinde bekletilirken diğer parça pH siklusuna tabi tutulmuştur. Sonuç olarak; her bir süt dişinden birer adet başlangıç, işlem sonrası ve pH siklusu sonrası numuneleri elde edilmiştir. Numunelere vakum altında altınla kaplama işlemi uygulandıktan sonra SEM (Jeol/JSM 6400, Tokyo, Japan) ile yüzey analizi yapılmıştır.



Şekil 3. 7. a: SEM cihazı b: Altınla kaplanan örnekler.

3.8. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizinde IBM-SPSS versiyon 21 (*Statistical Package for the Social Science*) paket programı kullanılmıştır. Mikrosertlik ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri, her değişken ayrı ayrı normal dağılım yapısına uygunluk gösterdiği için ortalama artı eksi standart sapma olarak verilmiştir. Mikrosertlik ölçümlerinin (Başlangıç, işlem ve pH siklusu sonrası) çok değişkenli normal dağılım yapısına uygunluğu test edilmiştir. Çok değişkenli normal dağılım varsayımı sağlanmadığı için parametrik olmayan yöntemlerle hipotezlerimiz test edilmiştir. Grupların kendi içlerindeki başlangıç, işlem sonrası ve pH siklusu sonrasındaki ortalama mikrosertlik değerlerindeki fark Freidman testi ile incelenmiştir. Fark olması durumunda Bonferroni düzeltmesi kullanılarak farkı yaratan ölçümler belirlenmiştir. Gruplar arası karşılaştırmalar için Kruskal-Wallis testi ve grupların ikili karşılaştırmaları için Conover-Dunn testi kullanılmıştır. p değeri 0,05 olarak alınmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Mikrosertlik Testi Bulguları

Tüm grupların başlangıç, işlem sonrası ve pH siklusu sonrası ortalama mikrosertlik değerleri tablo 4. 1'de gösterilmiştir. Tabloda; işlem sonrasıyla başlangıç arasındaki fark $\Delta 1$, pH siklusu sonrasıyla işlem sonrası arasındaki fark $\Delta 2$ ve pH siklusu sonrasıyla başlangıç arasındaki fark $\Delta 3$ ile ifade edilmiştir.

Tablo 4. 1. Tüm grupların ortalama mikrosertlik değerleri.

Grup	Başlangıç ±SS	İşlem sonrası ±SS	pH siklusu sonrası ±SS	$\Delta 1$ ±SS	p ($\Delta 1$)	$\Delta 2$ ±SS	p ($\Delta 2$)	$\Delta 3$ ±SS	p ($\Delta 3$)
Grup 1 (Kontrol)	363,57 ±26,02	360,31 ±24,59	191,91 ±31,40	-3,26 ±4,27	,432	-171,66 ±29,10	,002	-168,40 ±27,94	,000
Grup 2 (NaF)	323,04 ±20,64	370,57 ±16,07	252,66 ±27,31	47,53 ±9,42	,019	-117,91 ±26,21	,000	-70,37 ±23,80	,019
Grup 3 (APF)	357,04 ±16,88	408,04 ±9,49	309,62 ±22,22	50,99 ±12,52	,010	-98,42 ±17,58	,000	-47,42 ±18,71	,053
Grup 4 (FC)	327,86 ±12,65	401,13 ±17,17	277,62 ±23,91	73,26 ±8,32	,019	-123,51 ±26,35	,000	-50,24 ±23,31	,019
Grup 5 (CPP-ACP)	320,97 ±14,13	366,66 ±15,36	250,28 ±30,06	45,68 ±4,84	,019	-116,37 ±25,87	,000	-70,68 ±25,10	,019
Grup 6 (L)	340,73 ±26,03	373,82 ±24,77	273,97 ±27,84	33,08 ±3,63	,019	-99,84 ±23,97	,000	-66,75 ±24,04	,019
Grup 7 (L + NaF)	329,02 ±15,83	376,33 ±18,09	275,95 ±17,25	47,31 ±8,83	,019	-100,37 ±10,50	,000	-53,06 ±7,84	,019
Grup 8 (L + APF)	340,57 ±30,24	393,02 ±24,39	290,82 ±35,78	52,44 ±10,22	,019	-102,20 ±20,47	,000	-49,75 ±17,99	,019
Grup 9 (L + FC)	329,84 ±23,99	406,37 ±15,71	294,26 ±19,88	76,53 ±13,87	,019	-112,11 ±13,91	,000	-35,57 ±13,44	,019
Grup 10 (L+CPP-ACP)	324,42 ±22,05	368,66 ±21,89	273,28 ±18,74	44,24 ±4,98	,019	-95,37 ±18,94	,000	-51,13 ±18,96	,019

SS: Standart sapma

$\Delta 1$: İşlem sonrası ve başlangıç arasındaki fark

$\Delta 2$: pH siklusu ve işlem sonrası arasındaki fark

$\Delta 3$: pH siklusu sonrası ve başlangıç arasındaki fark

NaF: Nötral Sodyum Florür, APF: Asidüle Fosfat Florür, FC: Florür Cilası, CPP-ACP: Kazein Fosfopeptit Amorf Kalsiyum Fosfat, L: Lazer

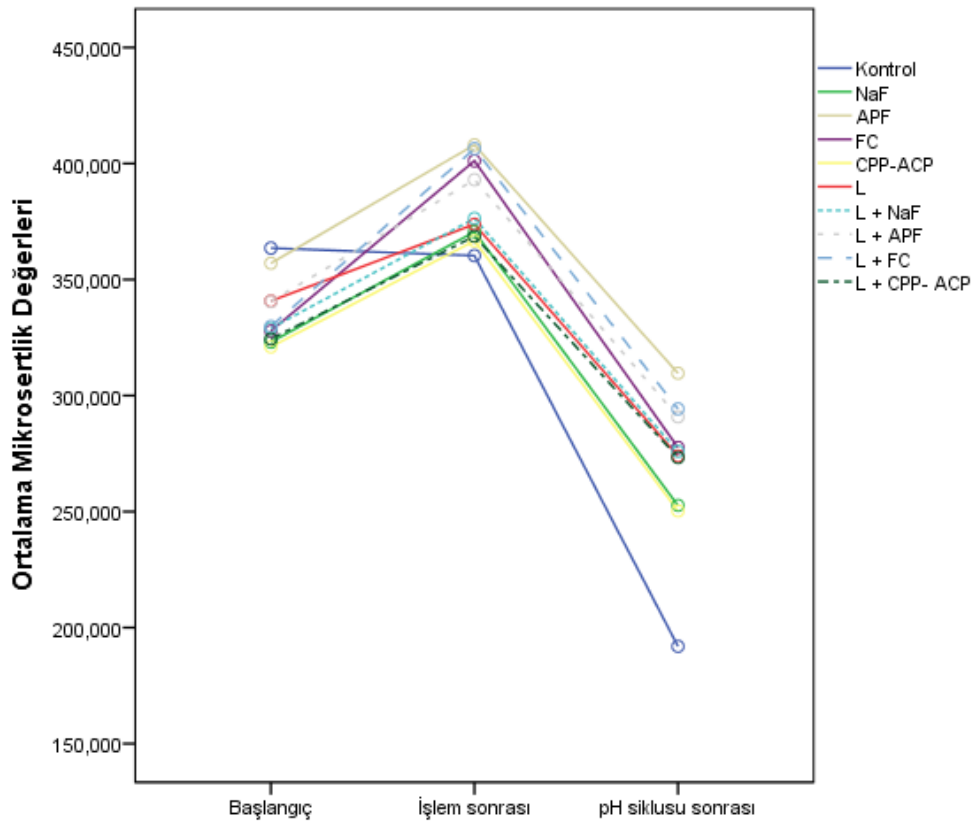
4.1.1. Tüm Grupların İşlem ve pH Siklusu Sonrasındaki Mikrosertlik Değişimleri

Grup ayrımı yapılmaksızın, mikrosertlik değerlerinde zaman içinde (başlangıç, işlem sonrası ve pH siklusu sonrası) istatistiksel olarak önemli bir değişim olup olmadığı Friedman varyans analizi ile test edilmiştir.

Grup içi işlem ve pH siklusu sonrası mikrosertlik değişimleri

Grup ayrımı yapılmaksızın, mikrosertlik değerlerinde zaman içinde (başlangıç, işlem sonrası ve pH siklusu sonrası) istatistiksel olarak önemli bir fark saptanmıştır ($p<0,001$).

Kontrol grubunda başlangıç ve işlem sonrası mikrosertlik değerleri arasında ($\Delta 1$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p=0,432$; Tablo 4. 1; Şekil 4. 1). Tüm deney gruplarında işlem sonrasındaki mikrosertlik değerleri, başlangıç değerlerine göre anlamlı olacak şekilde artmıştır ($p<0,05$; Tablo 4. 1; Şekil 4. 1).



Şekil 4. 1. Tüm grupların başlangıç, işlem sonrası ve pH siklusu sonrasındaki mikrosertlik değişimleri.

Kontrol ve tüm deney gruplarının pH siklusu ve işlem sonrası mikrosertlik değerleri arasında ($\Delta 2$) istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Tüm gruplarda pH siklusu sonrasındaki mikrosertlik işlem sonrasına göre anlamlı olacak şekilde azalmıştır ($p<0,05$; Tablo 4. 1; Şekil 4. 1).

Grup 3 (APF) haricindeki diğer gruplarda, pH siklusu sonrasındaki mikrosertlik, başlangıca göre ($\Delta 3$) istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde azalmıştır ($p < 0,05$; Tablo 4. 1; Şekil 4. 1). Grup 3 (APF)'te de azalma olmuştur ancak istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p = 0,053$; Tablo 4. 1).

4.1.2. $\Delta 1$, $\Delta 2$ ve $\Delta 3$ Açısından Gruplar Arası Karşılaştırmalar

Gruplara ait $\Delta 1$, $\Delta 2$ ve $\Delta 3$ değerleri Tablo 4. 1 ve Şekil 4. 2-4. 4'te gösterilmiştir.

Tüm grupların $\Delta 1$, $\Delta 2$ ve $\Delta 3$ değerlerinin karşılaştırılması Kruskal-Wallis testi ile yapılmış ve sonuçlar anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$). Grupların ikili karşılaştırılması ise Conover-Dunn testi ile yapılmıştır.

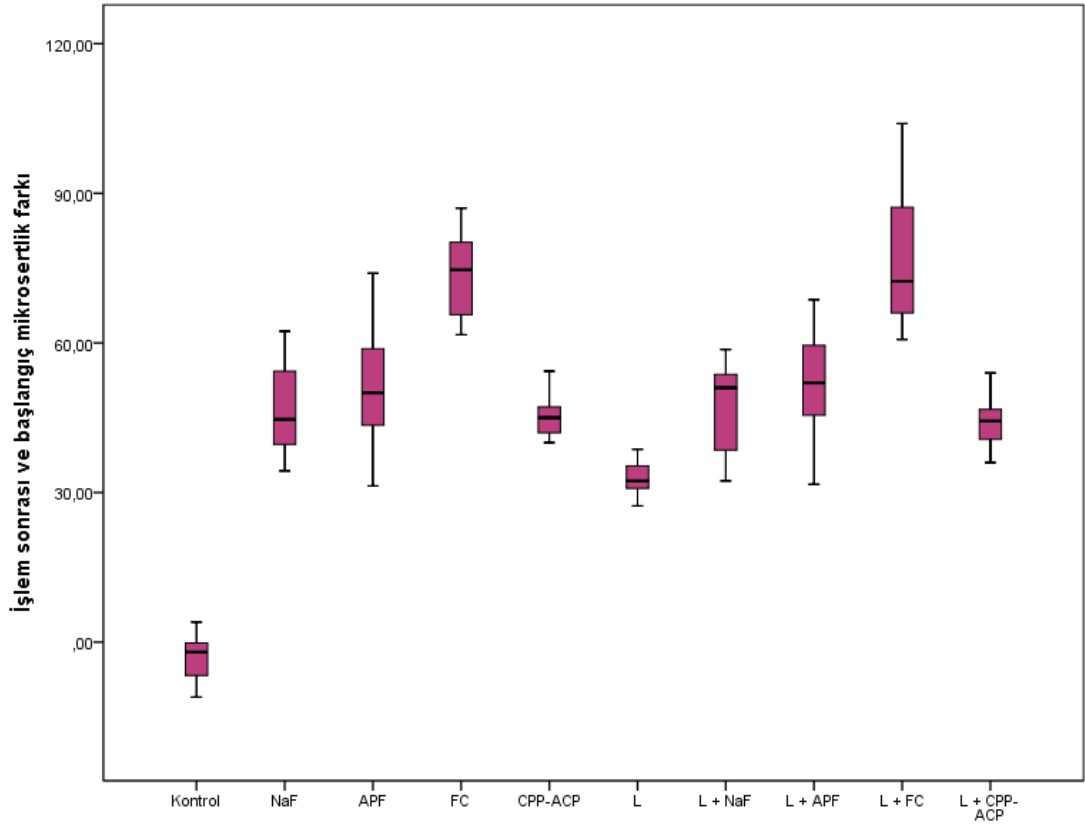
Grupların $\Delta 1$ açısından ikili karşılaştırılması

Gruplar arasında $\Delta 1$ açısından en düşük değer $-3,26 (\pm 4,27)$ ile kontrol grubuna, en yüksek değer ise $76,53 (\pm 13,87)$ ile Grup 9 (L+FC)'a aittir (Tablo 4. 1; Şekil 4. 2).

Kontrol grubu hariç, tüm gruplarda $\Delta 1$ değeri artmıştır. Grup 6 (L) hariç, kontrol grubuyla diğer tüm gruplar arasında $\Delta 1$ açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p < 0,05$; Tablo 4. 2)

Deney grupları karşılaştırıldığında; Grup 6 (L) ile Grup 3 (APF), Grup 4 (FC), Grup 8 (L+APF) ve Grup 9 (L+FC) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0,05$). Bahsedilen grupların $\Delta 1$ değerleri, Grup 6 (L)'ya göre daha yüksektir ($p < 0,05$; Tablo 4. 2)

Deney gruplarından Grup 9 (L+FC) ile Grup 2 (NaF), Grup 3 (APF), Grup 5 (CPP-ACP), Grup 6 (L), Grup 7 (L+NaF) ve Grup 10 (L+CPP-ACP) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p < 0,05$). Bahsedilen grupların $\Delta 1$ değerleri Grup 9 (L+FC)' a göre daha düşüktür ($p < 0,05$). Grup 9 (L+FC) ile Grup 4 (FC) ve Grup 8 (L+APF) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0,05$; Tablo 4. 2).



Şekil 4. 2. Tüm grupların $\Delta 1$ değerleri.

Tablo 4. 2. Tüm grupların $\Delta 1$ açısından ikili karşılaştırmaları.

Grup-Grup	$\Delta 1$ Farkları	p
(Kontrol)-(L)	-19,367	1,000
(Kontrol)-(L+CPP-ACP)	-56,767	,016
(Kontrol)-(CPP-ACP)	-61,900	,004
(Kontrol)-(L+NaF)	-64,800	,002
(Kontrol)-(NaF)	-65,133	,002
(Kontrol)-(APF)	-74,467	,000
(Kontrol)-(L+APF)	-81,200	,000
(Kontrol)-(FC)	-125,133	,000
(Kontrol)-(L+FC)	-126,233	,000
(L)-(L+CPP-ACP)	-37,400	,828
(L)-(CPP-ACP)	42,533	,330
(L)-(L+NaF)	-45,433	,188
(L)-(NaF)	45,767	,176
(L)-(APF)	55,100	,023
(L)-(L+APF)	-61,833	,004
(L)-(FC)	105,767	,000
(L)-(L+FC)	-106,867	,000
(L+CPP-ACP)-(CPP-ACP)	5,133	1,000
(L+CPP-ACP)-(L+NaF)	8,033	1,000
(L+CPP-ACP)-(NaF)	8,367	1,000
(L+CPP-ACP)-(APF)	17,700	1,000
(L+CPP-ACP)-(L+APF)	24,433	1,000
(L+CPP-ACP)-(FC)	68,367	,001
(L+CPP-ACP)-(L+FC)	69,467	,001
(CPP-ACP)-(L+NaF)	-2,900	1,000
(CPP-ACP)-(NaF)	3,233	1,000
(CPP-ACP)-(APF)	12,567	1,000
(CPP-ACP)-(L+APF)	-19,300	1,000
(CPP-ACP)-(FC)	63,233	,003
(CPP-ACP)-(L+FC)	-64,333	,002
(L+NaF)-(NaF)	,333	1,000
(L+NaF)-(APF)	9,667	1,000
(L+NaF)-(L+APF)	-16,400	1,000
(L+NaF)-(FC)	60,333	,006
(L+NaF)-(L+FC)	-61,433	,005
(NaF)-(APF)	-9,333	1,000
(NaF)-(L+APF)	-16,067	1,000
(NaF)-(FC)	-60,000	,007
(NaF)-(L+FC)	-61,100	,005
(APF)-(L+APF)	-6,733	1,000
(APF)-(FC)	-50,667	0,63
(APF)-(L+FC)	-51,767	,050
(L+APF)-(FC)	43,933	,253
(L+APF)-(L+FC)	-45,033	,204
(FC)-(L+FC)	-1,100	1,000

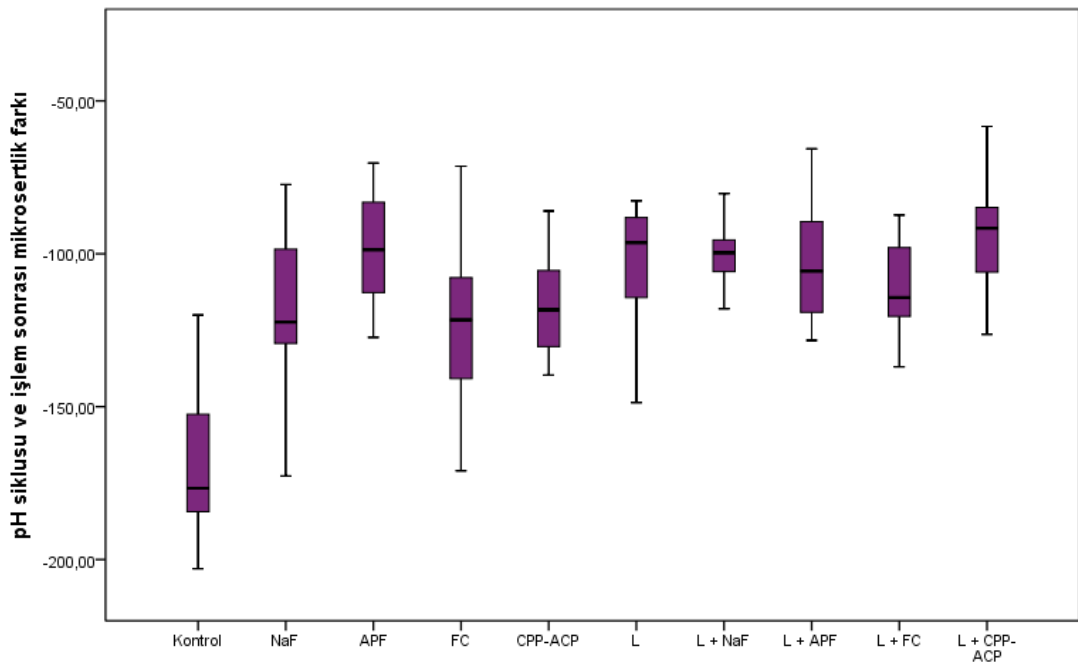
*p \leq 0,05 anlamlı olarak alınmıştır

Grupların $\Delta 2$ açısından ikili karşılaştırılması

Gruplar arasında $\Delta 2$ açısından en düşük değer $-171,66 (\pm 29,10)$ ile kontrol grubuna, en yüksek değer ise $-95,37 (\pm 18,94)$ ile Grup 10 (L+CPP-ACP) 'a aittir (Tablo 4. 1, Şekil 4. 3).

Kontrol grubu ile Grup 3 (APF), Grup 6 (L), Grup 7 (L+NaF), Grup 8 (L+APF), Grup 9 (L+FC) ve Grup 10 (L+CPP-ACP) arasında anlamlı bir farklılık saptanmıştır ($p < 0,05$). Bahsedilen grupların $\Delta 2$ değerleri, kontrol grubuna göre daha yüksektir ($p < 0,05$; Tablo 4. 3). Kontrol grubu ile Grup 2 (NaF), Grup 4 (FC) ve Grup 5 (CPP-ACP) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p > 0,05$; Tablo 4. 3).

Deney grupları arasında $\Delta 2$ açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p > 0,05$, Tablo 4. 3).



Şekil 4. 3. Tüm grupların $\Delta 2$ değerleri.

Tablo 4. 3. Tüm grupların $\Delta 2$ açısından ikili karşılaştırmaları.

Grup-Grup	$\Delta 2$ Farkları	p
(Kontrol)-(FC)	-40,200	,507
(Kontrol)-(NaF)	-50,333	,067
(Kontrol)-(CPP-ACP)	-50,733	,062
(Kontrol)-(L+FC)	-56,467	,017
(Kontrol)-(L+APF)	-74,567	,000
(Kontrol)-(L)	-80,567	,000
(Kontrol)-(L+NaF)	-80,867	,000
(Kontrol)-(APF)	-83,267	,000
(Kontrol)-(L+CPP-ACP)	-87,667	,000
(FC)-(NaF)	10,133	1,000
(FC)-(CPP-ACP)	-10,533	1,000
(FC)-(L+FC)	-16,267	1,000
(FC)-(L+APF)	-34,367	1,000
(FC)-(L)	-40,367	,492
(FC)-(L+NaF)	-40,667	,466
(FC)-(APF)	43,067	,298
(FC)-(L+CPP-ACP)	-47,467	,125
(NaF)-(CPP-ACP)	-,400	1,000
(NaF)-(L+FC)	-6,133	1,000
(NaF)-(L+APF)	-24,233	1,000
(NaF)-(L)	-30,233	1,000
(NaF)-(L+NaF)	-30,533	1,000
(NaF)-(APF)	-32,933	1,000
(NaF)-(L+CPP-ACP)	-37,333	,837
(CPP-ACP)-(L+FC)	-5,733	1,000
(CPP-ACP)-(L+APF)	-23,833	1,000
(CPP-ACP)-(L)	-29,833	1,000
(CPP-ACP)-(L+NaF)	-30,133	1,000
(CPP-ACP)-(APF)	32,533	1,000
(CPP-ACP)-(L+CPP-ACP)	36,933	,896
(L+FC)-(L+APF)	18,100	1,000
(L+FC)-(L)	24,100	1,000
(L+FC)-(L+NaF)	24,400	1,000
(L+FC)-(APF)	26,800	1,000
(L+FC)-(L+CPP-ACP)	-31,200	1,000
(L+APF)-(L)	6,000	1,000
(L+APF)-(L+NaF)	6,300	1,000
(L+APF)-(APF)	8,700	1,000
(L+APF)-(L+CPP-ACP)	-13,100	1,000
(L)-(L+NaF)	-,300	1,000
(L)-(APF)	2,700	1,000
(L)-(L+CPP-ACP)	-7,100	1,000
(L+NaF)-(APF)	2,400	1,000
(L+NaF)-(L+CPP-ACP)	-6,800	1,000
(APF)-(L+CPP-ACP)	-4,400	1,000

*p \leq 0,05 anlamlı olarak alınmıştır**Grupların $\Delta 3$ açısından ikili karşılaştırılması**

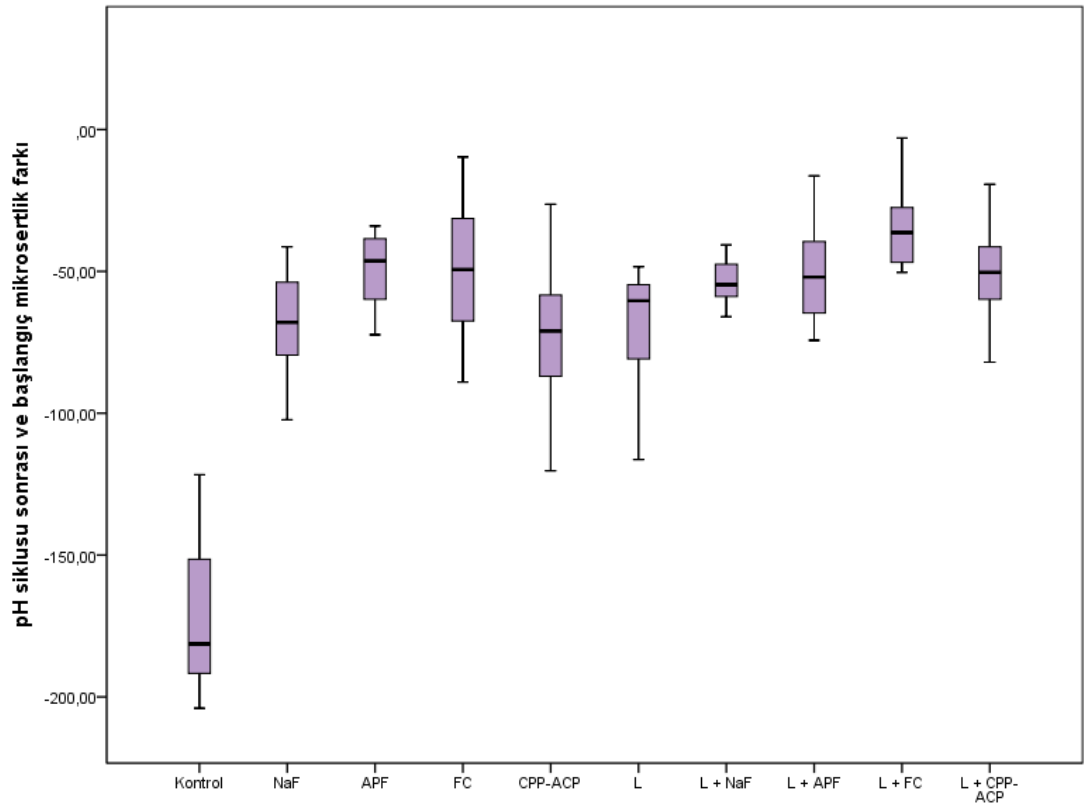
Gruplar arasında $\Delta 3$ açısından en düşük değer -168,40 ($\pm 27,94$) ile kontrol grubuna, en yüksek değer ise -35,57 ($\pm 13,44$) ile Grup 9 (L+FC)'a aittir (Tablo 4. 1, Şekil 4. 4).

Kontrol grubu ile deney gruplarının ikili karşılaştırmasında, kontrol grubu ile Grup 2 (NaF) ve Grup 5 (CPP-ACP) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$). Kontrol grubu ve geriye kalan işlem grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$; Tablo 4. 4).

Deney grupları karşılaştırıldığında; Grup 9 (L+FC) ile Grup 2 (NaF), Grup 5 (CPP-ACP) ve Grup 6 (L) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0,05$). Bahsedilen grupların $\Delta 3$ değerleri, Grup 9 (L+FC) 'a göre daha yüksektir ($p<0,05$; Tablo 4 .4).

Deney grupları incelendiğinde Grup 9 (L+FC) ile Grup 3 (APF), Grup 4 (FC), Grup 7 (L+NaF), Grup 8 (L+APF) ve Grup 10 (L+CPP-ACP) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$; Tablo 4 .4).

Çalışmamızda kullanılan tüm remineralizan ajanların lazerli veya lazersiz kullanımları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p<0.05$). Bununla birlikte, çalışmamızda tek başına lazer, lazerin remineralizan ajanlarla beraber kullanıldığı gruplarla da karşılaştırılmıştır. Grup 6 (L) ile Grup 7 (L+NaF), Grup 8 (L+APF) ve Grup 10 (L+CPP-ACP) arasında anlamlı fark yokken ($p>0.05$), Grup 6 (L) ile Grup 9 (L+FC) arasında anlamlı fark vardır ($p<0.05$; Tablo 4. 4).



Şekil 4. 4. Tüm grupların $\Delta 3$ değerleri.

Tablo 4. 4. Tüm grupların $\Delta 3$ açısından ikili karşılaştırmaları.

Grup-Grup	$\Delta 3$ Farkları	p
(Kontrol)-(CPP-ACP)	-48,733	,096
(Kontrol)-(NaF)	-50,133	,071
(Kontrol)-(L)	-54,233	,028
(Kontrol)-(L+NaF)	-77,533	,000
(Kontrol)-(L+CPP-ACP)	-80,100	,000
(Kontrol)-(FC)	-81,800	,000
(Kontrol)-(L+APF)	-82,067	,000
(Kontrol)-(APF)	-86,967	,000
(Kontrol)-(L+FC)	-112,100	,000
(CPP-ACP)-(NaF)	1,400	1,000
(CPP-ACP)-(L)	-5,500	1,000
(CPP-ACP)-(L+NaF)	-28,800	1,000
(CPP-ACP)-(L+CPP-ACP)	-31,367	1,000
(CPP-ACP)-(FC)	33,067	1,000
(CPP-ACP)-(L+APF)	-33,333	1,000
(CPP-ACP)-(APF)	38,233	,718
(CPP-ACP)-(L+FC)	-63,367	,003
(NaF)-(L)	-4,100	1,000
(NaF)-(L+NaF)	-27,400	1,000
(NaF)-(L+CPP-ACP)	-29,967	1,000
(NaF)-(FC)	-31,667	1,000
(NaF)-(L+APF)	-31,933	1,000
(NaF)-(APF)	-36,833	,911
(NaF)-(L+FC)	-61,967	,004
(L)-(L+NaF)	-23,300	1,000
(L)-(L+CPP-ACP)	-25,867	1,000
(L)-(FC)	27,567	1,000
(L)-(L+APF)	-27,833	1,000
(L)-(APF)	32,733	1,000
(L)-(L+FC)	-57,867	,012
(L+NaF)-(L+CPP-ACP)	-2,567	1,000
(L+NaF)-(FC)	4,267	1,000
(L+NaF)-(L+APF)	-4,533	1,000
(L+NaF)-(APF)	9,433	1,000
(L+NaF)-(L+FC)	-34,567	1,000
(L+CPP-ACP)-(FC)	1,700	1,000
(L+CPP-ACP)-(L+APF)	1,967	1,000
(L+CPP-ACP)-(APF)	6,867	1,000
(L+CPP-ACP)-(L+FC)	32,000	1,000
(FC)-(L+APF)	-,267	1,000
(FC)-(APF)	5,167	1,000
(FC)-(L+FC)	-30,300	1,000
(L+APF)-(APF)	4,900	1,000
(L+APF)-(L+FC)	-30,033	1,000
(APF)-(L+FC)	-25,133	1,000

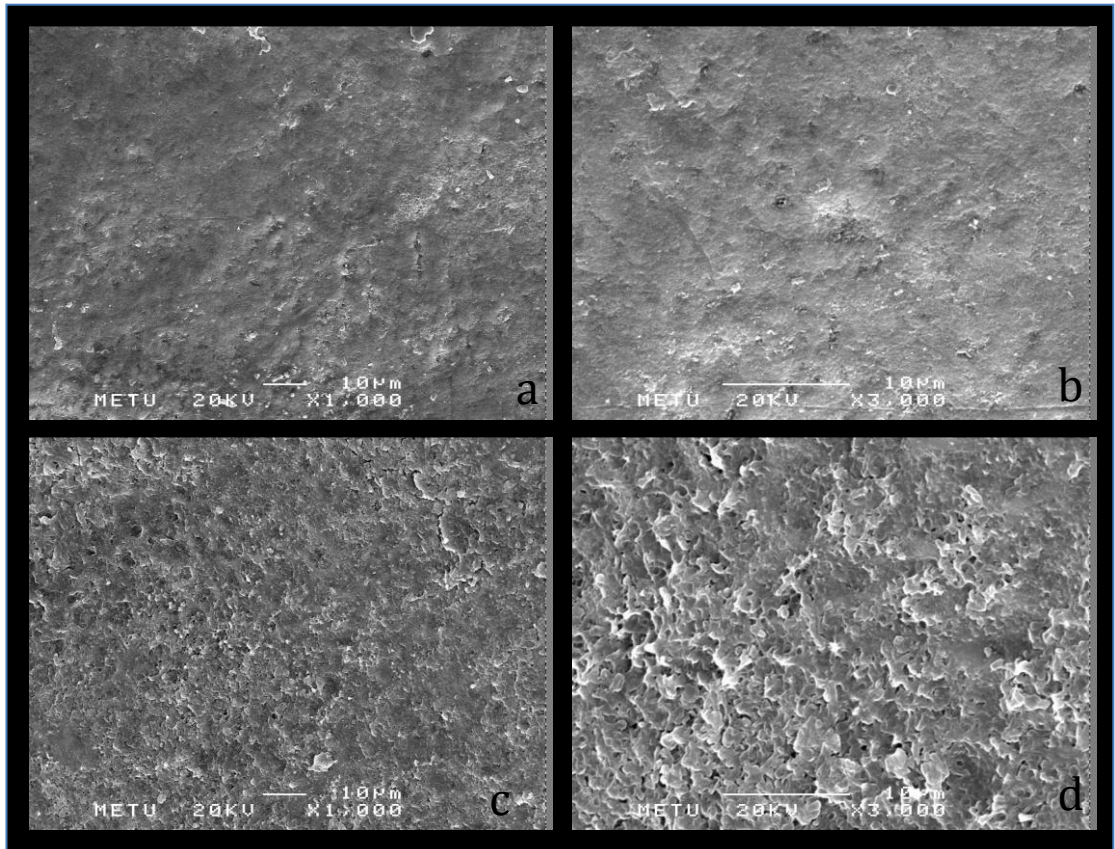
*p \leq 0,05 anlamlı olarak alınmıştır

4.2. SEM Bulguları

Çalışmamızda, her gruptaki örnekten başlangıç, işlem sonrası ve pH siklusu sonrası örnekleri hazırlanmıştır. Bu sayede, işlem ve PH siklusu sonrasında meydana gelen değişiklikler başlangıçtaki sağlam mine yüzeyiyle kıyaslanabilmektedir.

4.2.1. Kontrol Grubu

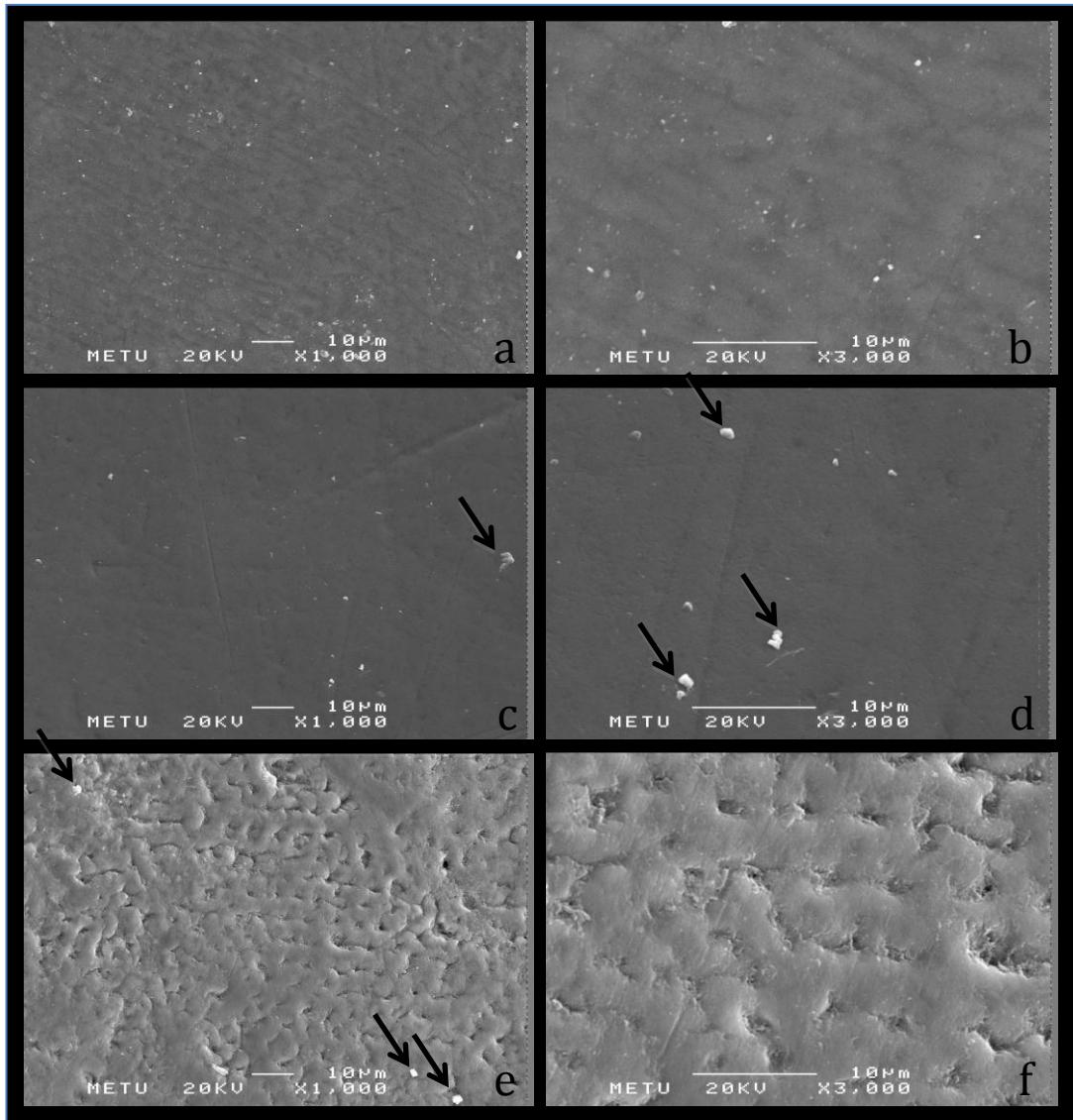
Kontrol grubunda başlangıç ve pH siklusu sonrası mine örnekleri mevcuttur. Başlangıç örneğinde düz mine yapısı izlenmiştir (Şekil 4. 6 a,b). pH siklusu sonrasındaki örnekte ise pöröz yapıda, bozulmuş mine gözlenmiştir (Şekil 4. 6 c,d).



Şekil 4. 5. Kontrol grubu başlangıç mine yüzeyi (a:X1000, b: X3000); pH siklusu sonrasında pöröz yapıdaki mine yüzeyi (c:X1000, d: X3000).

4.2.2. NaF Grubu

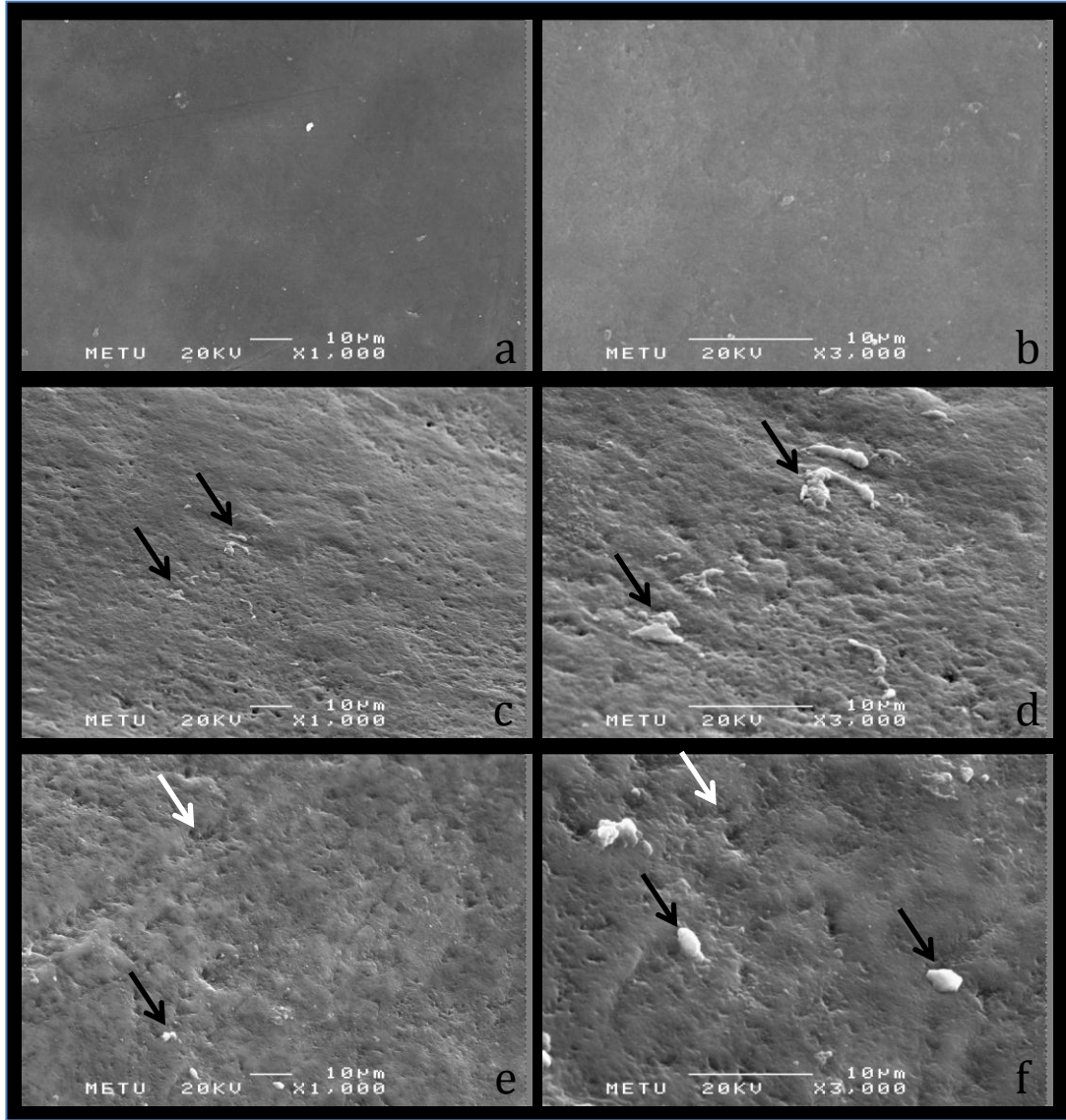
Başlangıç örneğinde düz mine yüzeyi izlenmiştir (Şekil 4. 7 a,b). NaF uygulaması sonrasında az miktarda CaF_2 benzeri globüler yapılar saptanmıştır (Şekil 4. 7 c,d). pH siklusu sonrasında ise prizma korlarından ve çeperlerinden çözünmeler sonucu pöröz yapıda, bozulmuş mine üzerinde minimal miktarda globüler yapılar görülmüştür (Şekil 4. 7 e,f).



Şekil 4. 6. NaF grubunda başlangıç mine yüzeyi (a:X1000, b: X3000); NaF uygulaması sonrasında az miktarda CaF_2 benzeri globüler yapılar (siyah oklar, c:X1000, d: X3000); pH siklusu sonrasında pöröz yapıdaki mine yüzeyi ve azalmış globüler yapılar (siyah oklar, d:X1000, e: X3000)

4.2.3. APF Grubu

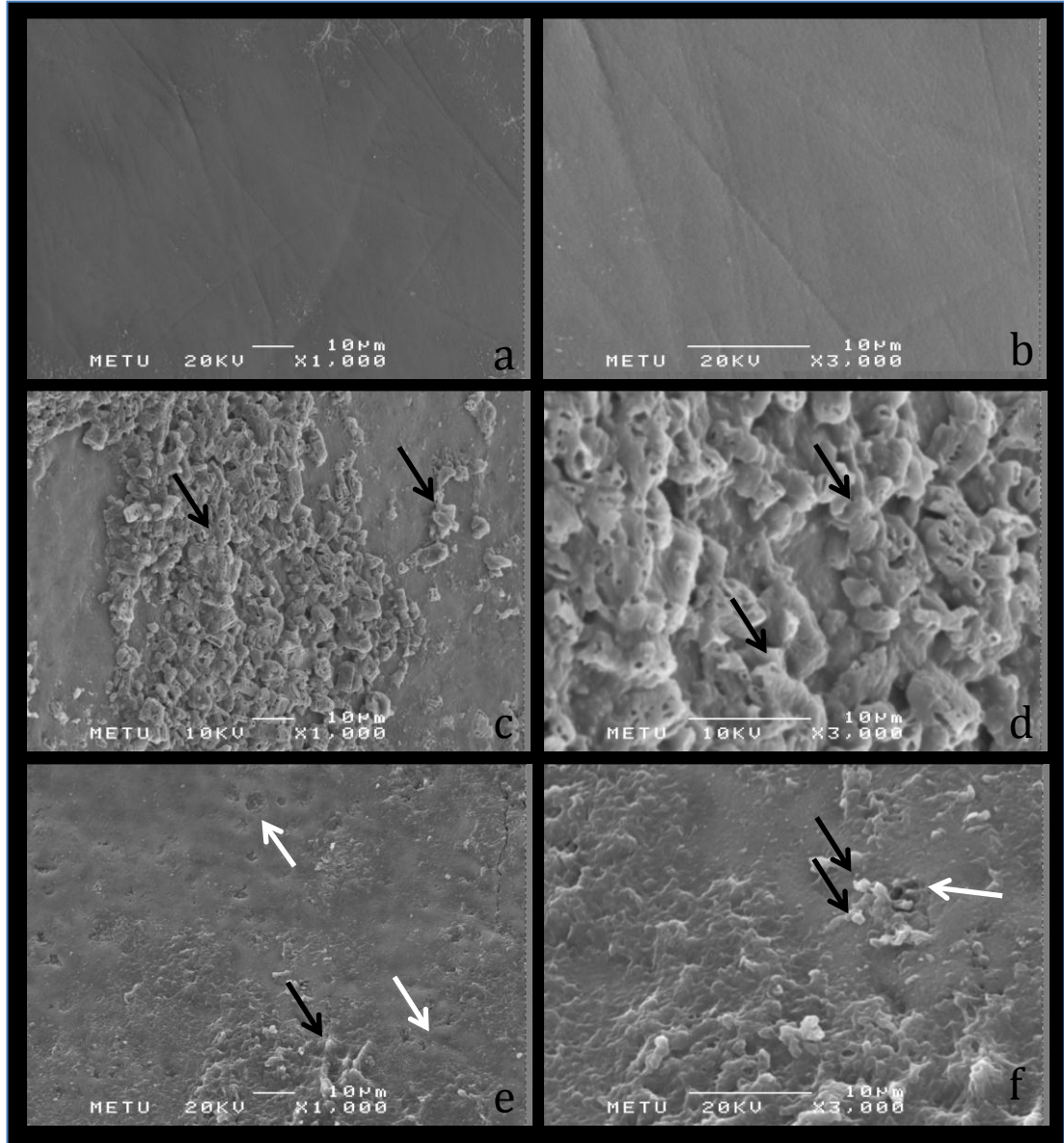
Başlangıç örneğinde düz mine yapısı izlenmiştir (Şekil 4. 8. a,b). APF uygulaması sonrasında CaF_2 benzeri globüler yapılar saptanmıştır (Şekil 4. 8 c,d). pH siklusu sonrasında ise globüler yapılarda azalma, yüzey yapısında bozulma ve pörözitede artış görülmüştür (Şekil 4 .8 e,f).



Şekil 4. 7. APF grubunda başlangıç mine yüzeyi (a:X1000, b: X3000); APF uygulaması sonrasında CaF_2 benzeri globüler yapılar (siyah oklar, c:X1000, d: X3000); pH siklusu sonrasında globüler yapılarda azalma (siyah oklar), minenin yüzey yapısında bozulma ve pörözitede artış (beyaz oklar, d:X1000, e: X3000).

4.2.4. FC Grubu

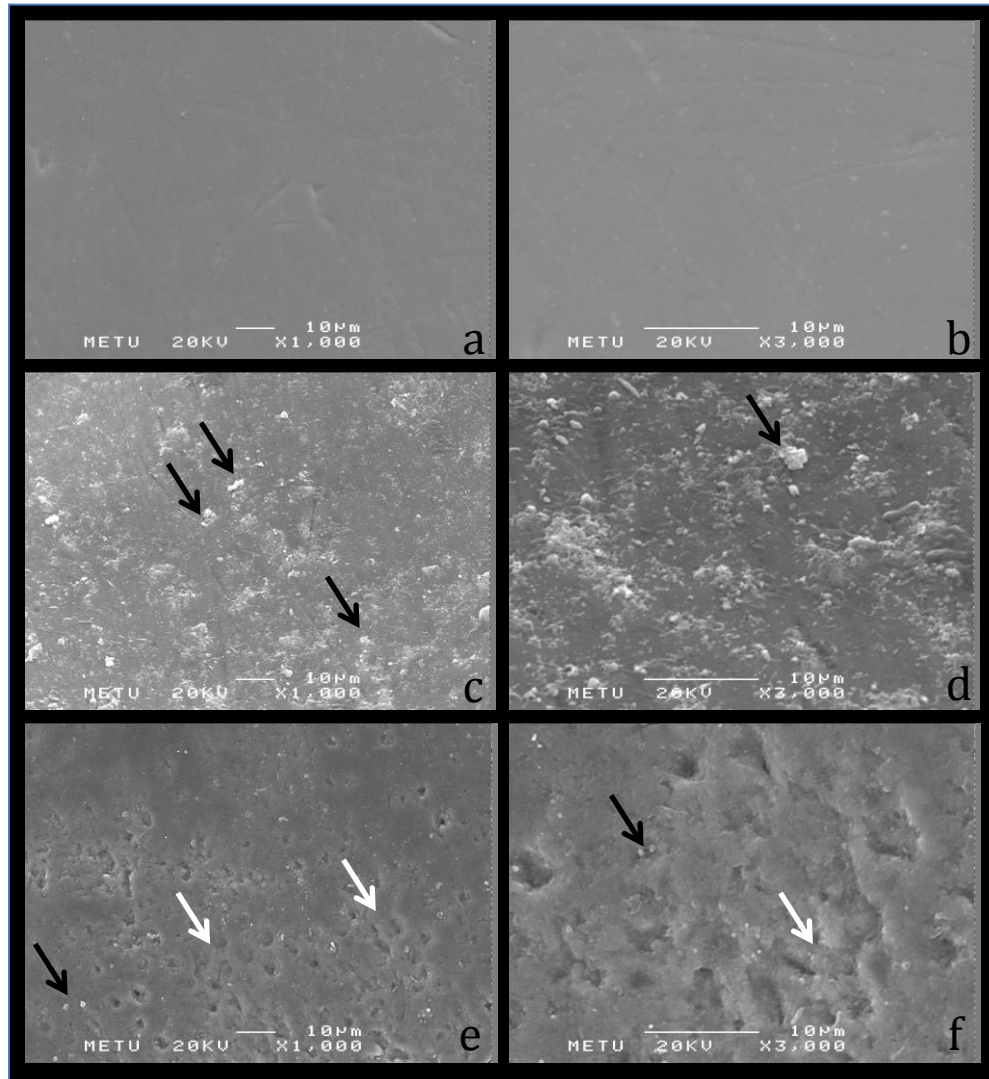
Başlangıç örneğinde düz mine yüzüsü izlenmiştir (Şekil 4. 9. a, b). FC uygulaması sonrasında yoğun miktarda CaF_2 benzeri globüler yapı ve düz bir mine yüzüsü gözlenmiştir (Şekil 4. 9 c, d). pH siklusu sonrasında ise globüler yapılarda azalma, yüzey yapısında bozulma ve pörözitede artış görülmüştür (Şekil 4. 9 e, f).



Şekil 4. 8. FC grubunda başlangıç mine yüzüsü (a: X1000, b: X3000); FC uygulaması sonrasında düz bir mine yüzüsü ve yoğun CaF_2 benzeri globüler yapılar (siyah oklar, c: X1000, d: X3000); pH siklusu sonrasında yüzey yapısında bozulma, pörözitede artış (beyaz oklar) ve azalmış globüler yapılar (siyah oklar, e: X1000, f: X3000).

4.2.5. CPP-ACP Grubu

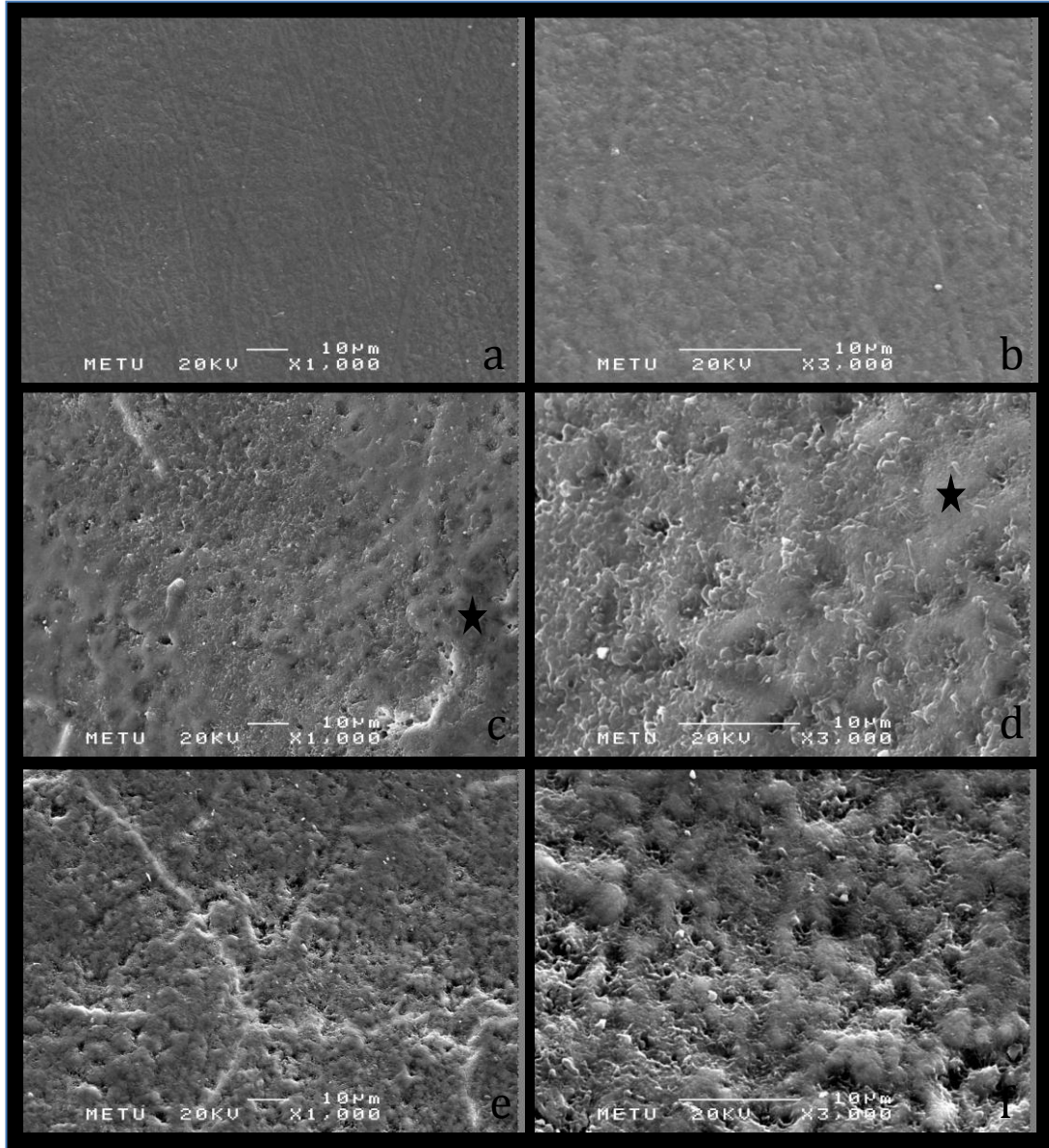
Başlangıç örneğinde düz mine yapısı izlenmiştir(Şekil 4.10. a,b). CPP-ACP uygulaması sonrasında mine yüzeyinde granüler partiküller ve amorf kristaller gözlenmiştir (Şekil 4.10 c,d). pH siklusu sonrasında ise demineralizasyona bağlı olarak gelişen bal peteği görüntüsü, granüllerde azalma ve yüzeyde pöröz yapı görülmüştür (Şekil 4.10 e,f).



Şekil 4. 9. CPP-ACP grubunda başlangıç mine yüzeyi (a:X1000, b: X3000); CPP-ACP uygulaması sonrasında mine yüzeyinde granüler partiküller ve amorf kristaller (siyah oklar, c:X1000, d: X3000); pH siklusu sonrasında bal peteği görüntüsü (beyaz oklar), granüllerde azalma (siyah oklar) ve pöröz mine yapısı (e: X1000, f: X3000).

4.2.6. Lazer Grubu

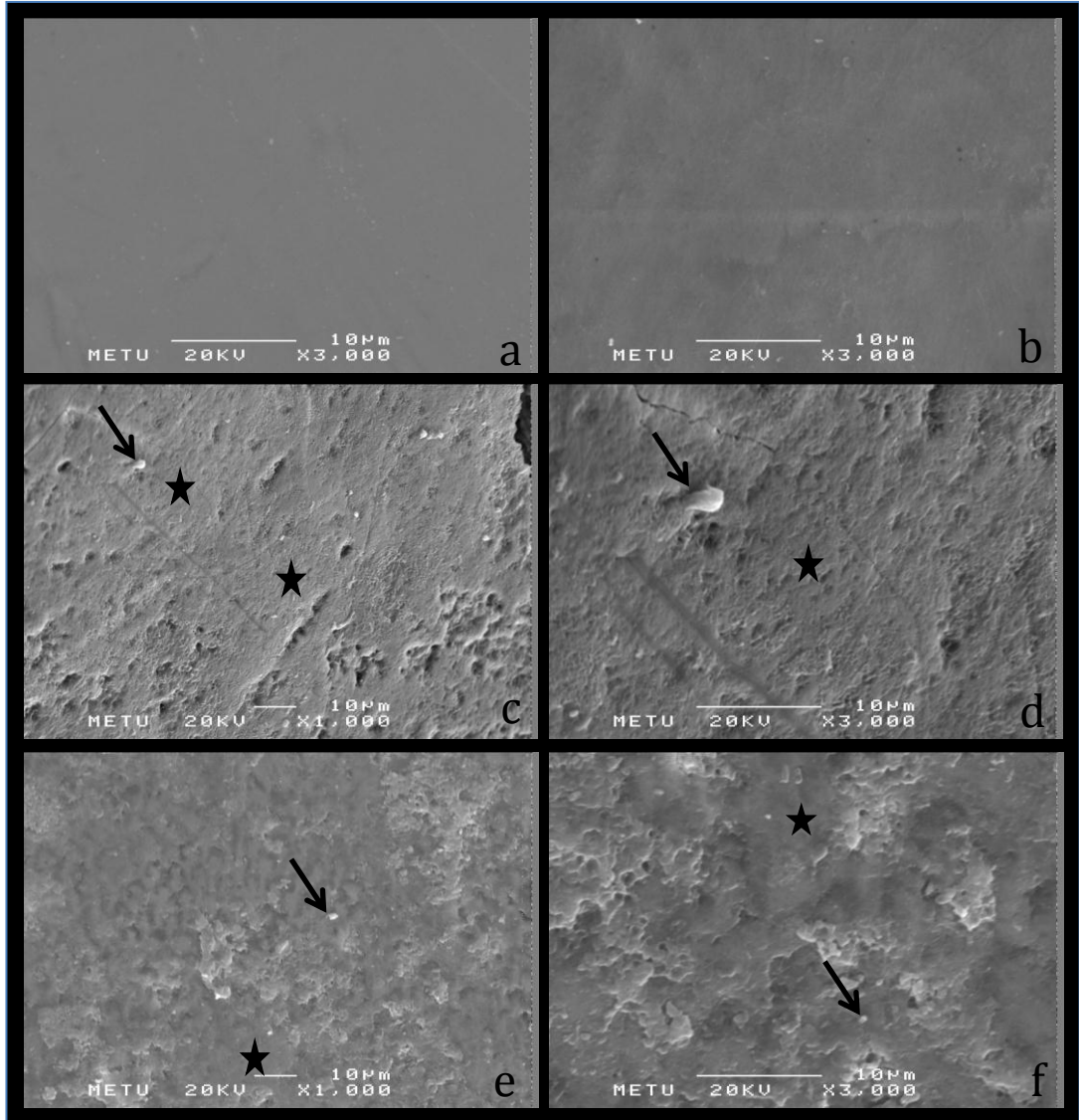
Başlangıç örneğinde düz mine yapısı izlenmiştir (Şekil 4.11 a,b). Lazer uygulaması sonrasında mine yüzeyinde lazerin oluşturduğu erime (*melting*) alanları görülmektedir (Şekil 4.11 c,d). pH siklusu sonrasında demineralizasyona bağlı olarak yüzey pörözitesinde artış meydana gelmiştir (Şekil 4.11 e,f).



Şekil 4. 10. Lazer grubunda başlangıç mine yüzeyi (a: X1000, b: X3000); Lazer uygulaması sonrasında mine yüzeyinde erime alanları (★, c:X1000, d: X3000); pH siklusu sonrasında pöröz mine yapısı (e: X1000, f: X3000).

4.2.7. L+NaF Grubu

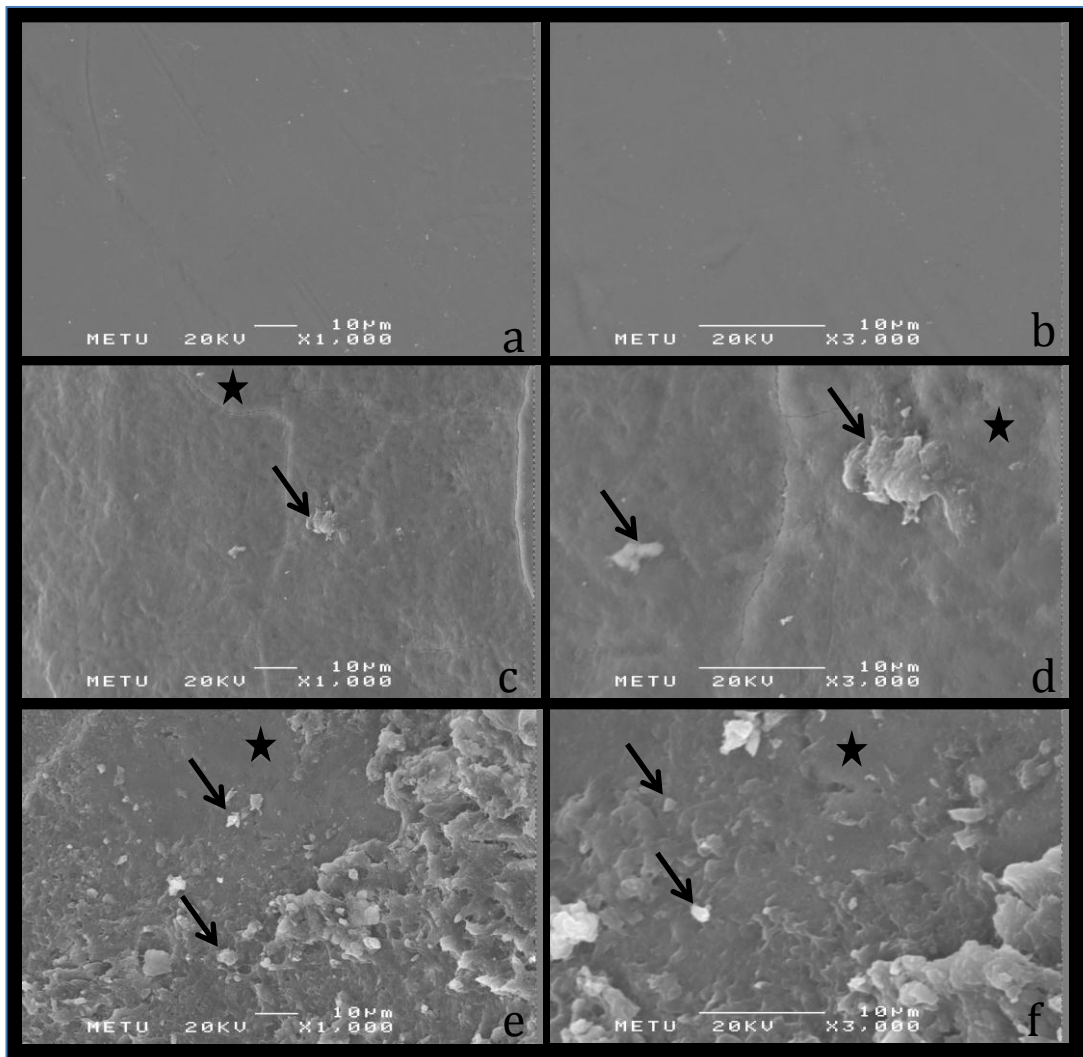
Başlangıç örneğinde düz mine yapısı izlenmiştir (.Şekil 4.12 a,b). Mineye lazer sonrasında NaF uygulamasıyla yüzeyde erime alanları ve CaF_2 benzeri globüler yapılar gözlenmiştir (Şekil 4.12 c,d). pH siklusu sonrasında yüzeyde erime alanları ve yüzey pürüzlülüğünde artış ve globül sayısında azalma tespit edilmiştir (Şekil 4.12 e,f).



Şekil 4. 11. L+NaF grubunda başlangıç mine yüzeyi (a: X1000, b: X3000); L+NaF uygulaması sonrasında mine yüzeyinde erime alanları (★) ve CaF_2 benzeri globüler yapılar (siyah oklar, c:X1000, d: X3000); pH siklusu sonrasında erime alanları (★), yüzey pürüzlülüğünde artış ve globül sayısında belirgin azalma (siyah oklar, e: X1000, f:X3000).

4.2.8. L+APF Grubu

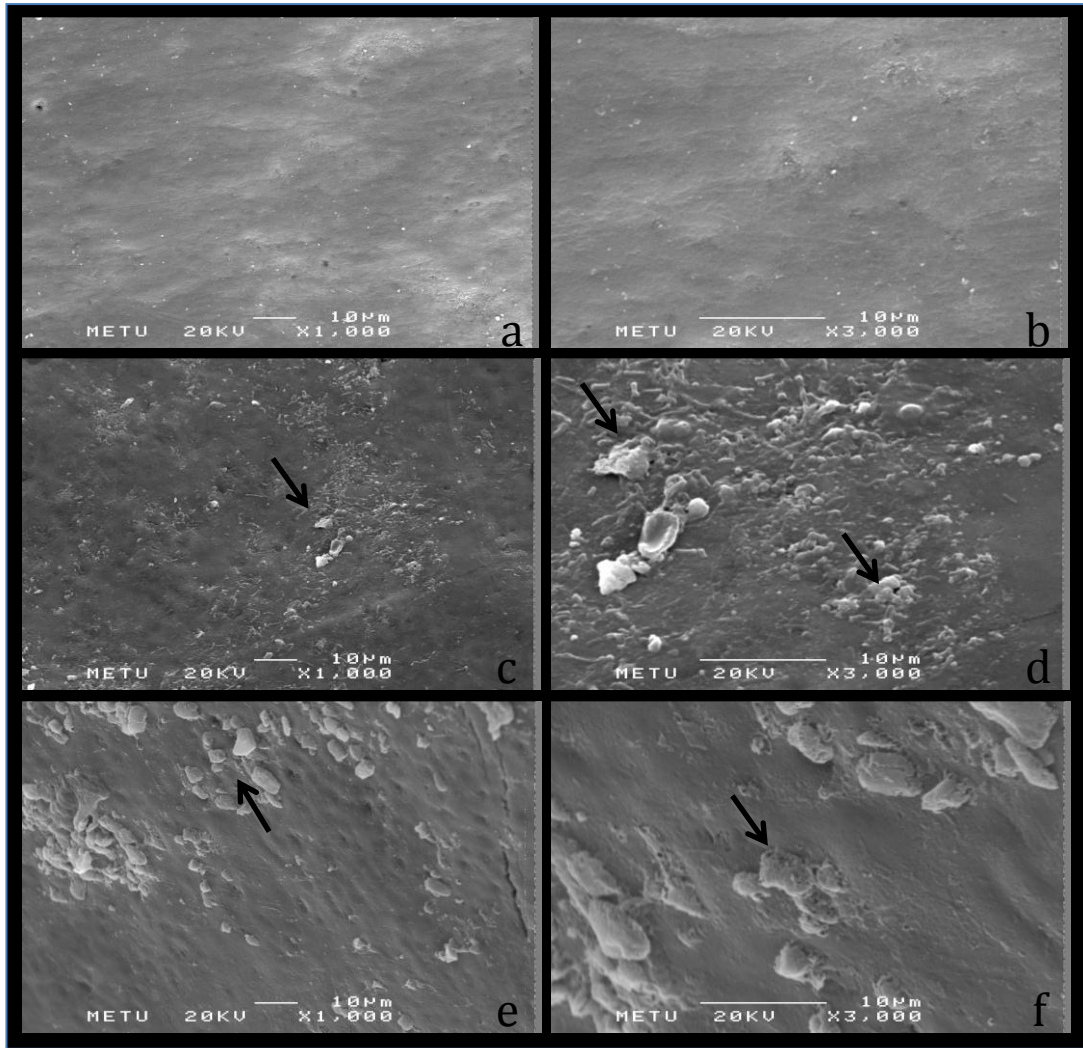
Başlangıç örneğinde düz mine yapısı izlenmiştir (Şekil 4.13 a,b). Mineye lazer sonrasında APF uygulamasında düzgün bir yüzey görünümünün yanı sıra erime alanları ve CaF_2 benzeri globüler yapılar gözlenmiştir (Şekil 4.13 c,d). pH siklusu uygulaması sonrasında demineralizasyona bağlı olarak yüzeyde bozulma görülmüş ancak erime alanlarının hala devam ettiği ve CaF_2 benzeri globüler yapıların sayısının çok azalmadığı görülmüştür (Şekil 4.13 e,f).



Şekil 4. 12. L+APF grubunda başlangıç mine yüzeyi (a: X1000, b: X3000); L+APF uygulaması sonrasında düz mine yüzeyi, erime alanları (★) ve CaF_2 benzeri globüler yapılar (siyah oklar, c: X1000, d: X3000); pH siklusu sonrasında çok azalmamış CaF_2 benzeri globüler yapılar (siyah oklar), pöröz mine yapısı ve erime alanları (★) e: X1000, f: X3000).

4.2.9. L+FC Grubu

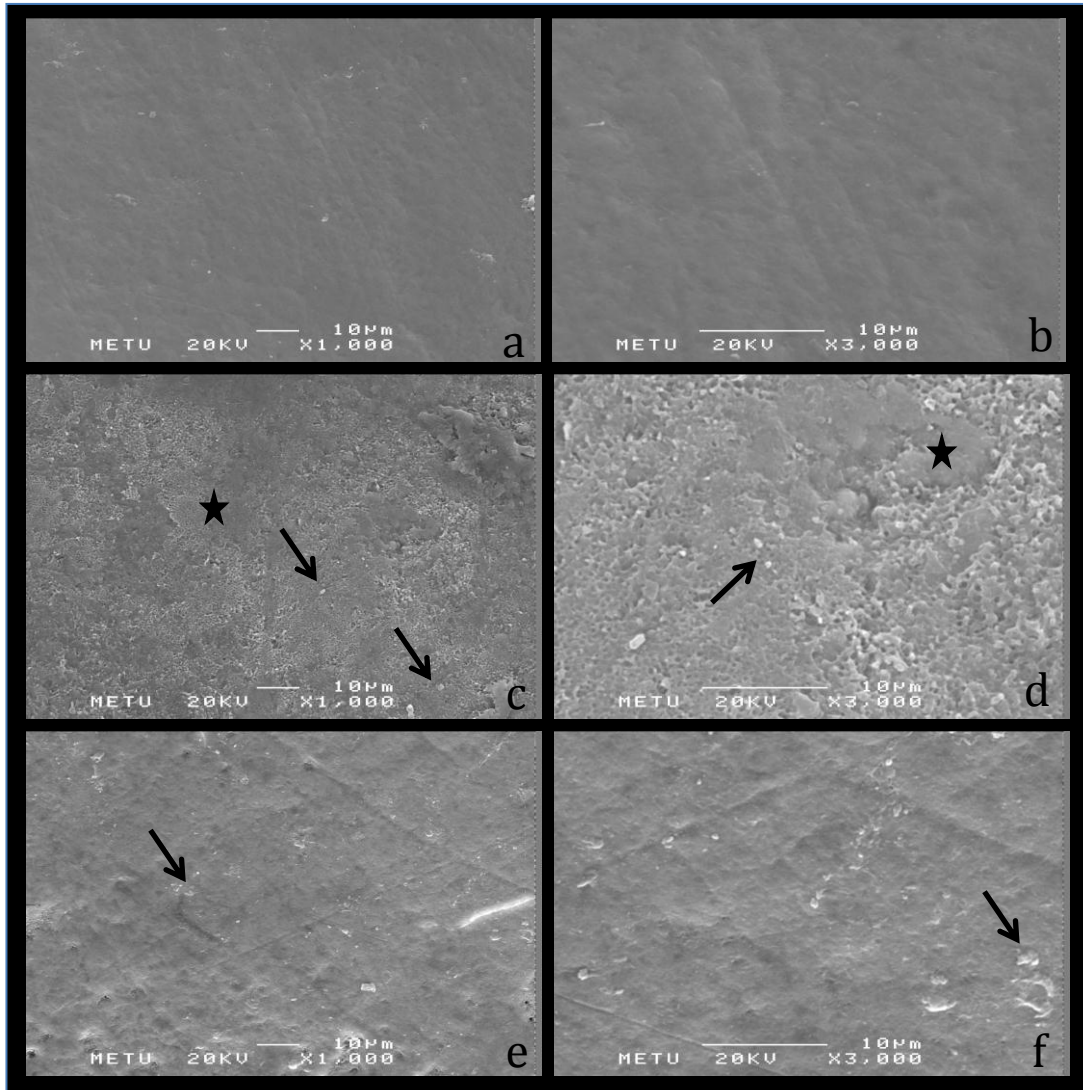
Başlangıç örneğinde düz mine yapısı izlenmiştir (Şekil 4.14 a,b). Lazer sonrasında FC uygulamasında yüzeyde yaygın miktarda CaF_2 benzeri globüler yapılar gözlenmektedir. Mine yüzeyinin düzgün olduğu görülmüştür (Şekil 4.14 c,d). Bu gruptaki mine örneğinin pH siklusu uygulaması sonrasında bile yüzey düzgünlüğünü koruduğu ve CaF_2 benzeri globüler yapıların sayısının çok azalmadığı görülmüştür (Şekil 4.14 e,f).



Şekil 4.13. L+FC grubunda başlangıç mine yüzeyi (a:X1000, b: X3000); L+FC uygulaması sonrasında düz mine yüzeyinde yaygın CaF_2 benzeri globüler yapılar (siyah oklar c: X1000, d: X3000); pH siklusu sonrasında çok azalmamış CaF_2 benzeri globüler yapılar (siyah oklar, e: X1000, f: X3000).

4.2.10. L+CPP-ACP Grubu

Başlangıç örneğinde düz mine yapısı izlenmiştir (Şekil 4.15 a,b). Lazer sonrasında CPP-ACP uygulamasıyla yüzeyde erime alanları ve yoğun CPP-ACP birikimi olduğu görülmüştür (Şekil 4.15 c,d). Demineralizasyondan sonra CPP-ACP granüllerinin büyük oranda yok olduğu gözlenmiştir. Ancak mine yüzeyinin düzgünlüğünü koruduğu izlenmiştir (Şekil 4.15 e,f).



Şekil 4. 14. L+CPP-ACP grubunda başlangıç mine yüzeyi (a: X1000, b: X3000); L+CPP-ACP uygulaması sonrasında erime alanları (★), yoğun CPP-ACP granülü birikimi (siyah oklar, c: X1000, d: X3000); pH siklusu sonrasında düz mine yapısı ve azalan granüller (siyah oklar, e: X1000, f: X3000).

5. TARTIŞMA

Ağız içindeki mikroorganizmaların karbonhidratları fermente etmesi sonucu açığa çıkan asitlerin diş sert dokularını yıkmasıyla karakterize olan çürüğün tespit edilmesi ve değerlendirilmesinde kullanılan birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerden biri olan ICDAS II sisteminin en büyük avantajlarından biri başlangıç halindeki mine lezyonlarının değerlendirilebilmesidir. Çürüğün başlangıç halindeyken tespit edilebilmesi, koruyucu yöntemlerle çürüğün durdurulmasına olan ilginin de artmasına neden olmuştur (2,27). Koruyucu uygulamaların yaygınlaşmasıyla prevalansında bir düşüş meydana gelse de, çürük hala en yaygın görülen kronik hastalık olma özelliğini korumaktadır (1,13). Bu nedenle çürük oluştuktan sonra tedavi etmek yerine koruyucu uygulamalarla çürüğün oluşmasını önlemek büyük önem arz etmektedir. Çalışmamızda da bu prensipten yola çıkılarak başlangıç çürüğünü durdurmak yerine sağlıklı minenin çürüğe direncini arttırmanın yolları üzerinde durulmuştur. Diş hekimliği literatüründe, iki şekilde de çalışmalar mevcuttur. Remineralizan ajanların etkisini değerlendiren çalışmalarda, önce minede demineralizasyon oluşturup ajanların demineralizasyonu durdurma potansiyeli değerlendirilmiştir (82,158-161). Remineralizan ajanların minenin demineralizasyona direncine etkisini değerlendirmek için ise çalışmamızda olduğu gibi önce ajanlar mineye uygulanmış sonrasında demineralizasyon oluşturulmuştur (3,5,6,154,162). Bu metodolojik yaklaşımdaki amaç, başlangıç çürüğünü tedavi etmedeki yeterliliği değerlendirmek değil, sağlıklı mine yüzeyine uygulanan işlemlerin ağız ortamını taklit eden pH siklusu karşısındaki direnci arttırmaya yönelik etkinliğin değerlendirilmesidir.

Ağız içerisinde sürekli olarak meydana gelen demineralizasyon ve remineralizasyonun taklit edilebilmesi amacıyla kullanılan pH siklus modelinde içerikleri birbirine benzer solüsyonlar değişik sürelerde uygulanmıştır. Bu sürelerden en sık kullanılanları 3 saat demineralizasyon ve 21 saat remineralizasyon veya 6 saat demineralizasyon ve 18 saat remineralizasyondur (6,8,11,129,130,163). Çalışmalarda süt ve daimi dişlerin kullanımına göre belirtilen sürelerin değişmediği saptanmıştır (8,11,83,158,164-167). Çalışmamızda Featherstone ve arkadaşları tarafından tanımlanan, ten Cate ve Duijsters tarafından modifiye edilen pH siklus modeli

kullanılmıştır (157,168). Bu modelde demineralizasyon protokolü olarak hem 6 hem de 3 saatlik süreleri içeren çalışmalar vardır. Ancak süt veya daimi dişlerinde yapılmış demineralizasyon sürelerini kıyaslayan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Diş hekimliği literatüründe yapılan süt dişlerindeki çalışmalarda her iki protokol de kullanılmış olup çalışmaların çoğunda 6 saatlik demineralizasyon protokolünü bulunduğu için çalışmamızda 6 saatlik demineralizasyon ve 18 saatlik remineralizasyon sürelerinin kullanımı tercih edilmiştir (8,83,164,166,167).

Diş hekimliği literatüründe, pH siklusunun içerildiği çalışmalarda deney süresi 7 gün veya 14 gündür. Yedi günlük deneylerde, örneklere beş gün pH siklusu uygulanıp bu sürenin sonunda örnekler iki gün remineralizasyon solüsyonunda bekletilmiştir. On dört günlük deneylerde de aynı işlem iki kere tekrarlanmıştır (6,8,11,129,163). Yapılan bir çalışmada bu iki farklı deney süreleri karşılaştırılmıştır (163). Çalışmada yedi günlük deneyde %60 oranında mineral kaybı olduğunu ve Featherstone ve arkadaşlarının (169) yaptıkları on dört günlük deneye benzer lezyon derinliği elde edildiği bildirilmiştir. Araştırmacılar, sonuç olarak yedi günlük deney süresinin yeterli olacağını rapor etmişlerdir (163). Çalışmamızda da deney süresi olarak yedi gün kullanılmıştır.

Çalışmamızda mikrosertlik cihazının vickers ucuyla her örneğe 200 gf, (1,96 N) 10 sn boyunca uygulanmıştır. Diş hekimliği literatüründe var olan mikrosertlik çalışmalarında 5-30 sn boyunca ve 10-200 gf arasında değişen çok farklı değerler kullanılmıştır (7,8,82,129,130,158,165,170,171). Ancak çalışmaların bir kısmında vickers bir kısmında ise knoop ucu kullanılmıştır. Knoop ucu kullanıldığında oluşan çentiğin büyüklüğü vickers ucu kullanıldığında oluşan çentiğe göre oldukça belirgindir. Bu sebeple knoop ucu ile çalışırken 50 gf gibi daha küçük değerler kullanılabilirken vickers ucu kullanıldığında ortaya çıkan çentiğin ölçümünün yapılabilmesi için 200 gf gibi daha büyük bir değer kullanılması gerekmektedir. Literatürde mikrosertlik cihazının vickers ucunu kullanan yayınlarda da uygulanan kuvvet 200 gf'tir (82,171). Bu sebeple çalışmamızda test yükü 200 gf olarak belirlenmiştir.

Diş hekimliği literatüründe, remineralizasyon ajanlarının asit ataklara karşı etkinliğinin *in-vitro* olarak değerlendirildiği çalışmalarda grup başına düşen örnek

sayısı 10- 15 arasındadır (8,10,11,128-130,134,135,153,154,162). Çalışmamıza başlamadan önce güç (power) analizi yapılarak her bir gruptaki örnek sayısı en az 11 olarak belirlenmiştir. Örnek sayısının artmasıyla çalışmanın güvenilirliğinin artması sebebiyle her bir gruptaki örnek sayısı 15 olarak belirlenmiştir.

Topikal florürler, koruyucu uygulamalarda sık kullanılan ajanlardır. Florür uygulamalarının etki mekanizması asit ataklar karşısında çabuk çözünen hidroksil iyonunun flor iyonu ile yer değiştirerek florapatit oluşumunu sağlaması ve asit ataklara karşı daha dirençli bir yapının elde edilmesidir (76). Diş hekimliği kliniklerinde kullanılan topikal florür ajanları kimyasal içeriklerine ve fiziksel formlarına göre farklılık göstermektedir. Farklı içerik ve formdaki florür ajanları ile yapılan *in-vitro* ve *in-vivo* çalışmalarda florürlerin koruyucu diş hekimliğinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır (74,84,85,88).

Jiang (84) ve arkadaşları yaptıkları çalışmada deney grubuna APF köpük, kontrol grubuna ise plasebo uygulamışlardır. İki yıl takip sonrasında dmfs indekslerinin deney grubunda kontrol grubuna kıyasla %24 oranında daha az olduğunu saptamışlar ve APF köpük uygulamasının diş çürüklerinin önlenmesi açısından etkili bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir.

Clark ve arkadaşlarının (88) yaptıkları 32 aylık takipli bir çalışmada iki florürlü cila tipi karşılaştırılmış ve difluorosilanlı cilanın %17, NaF'li cilanın %22 oranında çürük gelişimini önlediğini bildirmişlerdir.

Topikal florürlerin yanı sıra CPP-ACP de çürük önleme açısından koruyucu ajanlar arasında yer almaktadır. Florürlere benzer şekilde CPP-ACP ile de çalışmalar yapılmış ve çürük önlemede kalsiyum ve fosfatı diş yüzeyine stabilize ederek etkili olduğu bildirilmiştir. CPP-ACP diş yüzeyi ve diş plağı arasında kalsiyum ve fosfat için bir rezervuar görevi görerek demineralizasyonu engeller (66,67,69,172).

Mettu ve arkadaşlarının (172) yaptığı *in-vitro* çalışmada çekilmiş sağlam daimi keser dişler dört gün boyunca demineralizasyon solüsyonunda bekletilmiş, sonrasında kontrol grubu yapay tükürüğe, deney grubu ise CPP-ACP solüsyonuna

konulmuştur. Çalışmada minenin sertliğini CPP-ACP solüsyonunun yapay tükürüğe göre anlamlı derecede arttırdığı bulunmuştur.

Schupbach ve arkadaşlarının (68) yaptığı *in-vitro* çalışmada *S.Sobrinus* ve *S. Mutans* gibi çürüğe neden olan mikroorganizmaların CPP-ACP uygulandıktan sonra diş yüzeyine adezyonlarının azaldığı gösterilmiştir. Bu etki ortamdaki kalsiyum ve fosfat iyonlarının artışıyla streptokoklar için gerekli olan iyon dengesinin bozulmasına bağlanmıştır.

Koruyucu diş hekimliğinde kullanılması önerilen bir diğer yöntem de lazerdir. Günümüze kadar lazer, diş hekimliğinin birçok alanında kullanılmış ve koruyucu diş hekimliğinde kullanımıyla ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Lazer diş minesini üzerinde kısmi bir denatürasyon meydana getirerek mine geçirgenliğini azaltır. Bu etkiyi daha da güçlendirmek adına lazerin florürlerle beraber kullanımı gündeme gelmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalarda sıklıkla CO₂, Nd:YAG, Er:YAG, Er;Cr:YSGG ve Argon lazerler kullanılmış olup çalışmamızda kullanılan Er;Cr:YSGG lazerle ilgili çalışmalar göreceli olarak daha az sayıdadır (3,5,6,8-11,125-131,133-135,152-154,158). Er:YAG veya Er;Cr:YSGG lazerlerin diğer lazerlerle karşılaştırıldığı çalışma sayısı ise son derece limitlidir (5,154). Bu çalışmaların birinde Methew ve arkadaşları (154) Er:YAG lazer ile CO₂ lazeri karşılaştırmışlardır. Çalışmada kontrol grubuna hiç bir işlem uygulanmamış, deney gruplarına ise; APF, Er:YAG lazer, CO₂ lazer, Er:YAG lazer sonrasında APF ve CO₂ lazer sonrasında APF uygulamaları yapılmıştır. Örnekler daha sonra asitli tamponlama sistemlerine tabi tutulmuş ve diş minesinden ayrılan kalsiyum iyonları atomik absorpsiyon spektrometresiyle ölçülmüştür. Sonuç olarak her iki tip lazerin de APF ile kombine kullanılmasının koruyucu uygulama olarak sinerjistik etki yarattığı ve en başarılı gruplar olduğu bildirilmiştir.

Konu ile ilgili diğer çalışma Anaraki ve arkadaşları (5) tarafından 2009'da yapılmıştır. Çalışmada CO₂ lazer ile Er;Cr:YSGG lazer benzer yöntemle karşılaştırılmıştır. Kontrol grubu ile diğer tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmış ve CO₂ lazer ile APF'nin kombine kullanıldığı grubun koruyucu uygulamalarda en etkili olduğu bildirilmiştir.

Her ne kadar kullanılan lazerin tipi etkinliği belirlemede önemli bir kriter olsa da, aynı lazerin kullanıldığı çalışmalar arasında farklı sonuçların olması lazerlerin farklı parametrelerde kullanımlarından kaynaklanabilmektedir (105,129,152). Konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda Er;Cr:YSGG lazerler 0.25, 0.50 ve 0.75 W güç değerlerinde kullanılmıştır (3,5,6,10,105,129). Çalışmamızda da belirtilen çalışmaların büyük çoğunluğunda seçilen 0.25 W kullanılmıştır.

Lazer ve florürlerin beraber kullanımlarıyla ilgili olarak yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunda lazerler florürlerden önce uygulanmıştır. Bunun sebebi Tagamori ve Morioka (173) tarafından yapılan çalışmada mine yüzeyinin lazerle modifiye edildiği zaman florür alımının artması olarak bildirilmiştir. Hossain ve arkadaşları (174) bu hipotezi destekleyerek önce lazer uygulamasının florürün mine ve dentin dokusunda retansiyonunu arttırdığını rapor etmişlerdir.

Meurman ve arkadaşları (175) ise florür varlığında lazer kullanılırsa HAP kristallerinin hızlı bir şekilde FAP kristallerine dönüştüğünü kaydederek önce florür ardından lazer uygulamasını savunmuşlardır.

Moslemi ve arkadaşları (3) yaptıkları çalışmada Er;Cr:YSGG lazeri florürlerden önce ve sonra uygulamışlar her iki uygulamanın da çürükten korunmada başarılı olduğunu bildirmişleridir. Literatür tarandığında lazer ve florürlerin beraber kullanımlarıyla ilgili olarak yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunda lazerler florürlerden önce uygulandığı için çalışmamızda da lazer, florür ve CPP-ACP içeren ajanlardan önce uygulanmıştır (6,10,11,154,162).

Lazer ve florürlerin beraber kullanıldığı çalışmaların çoğunda diş hekimliği kliniklerinde de sık olarak kullanılan APF jel kullanılmıştır (3,5,6,8,128,130,132,133,135,153,154). Ancak, APF jeli haricinde nötral NaF jeli, florür cilası, AmF jel ve florürlü diş macununun kullanıldığı az sayıda çalışma da mevcuttur (8,129,130,134). Bu çalışmalarda sıklıkla tek tür florür preparatı kullanılmıştır. Literatürde, diş hekimliği pratiğinde sık kullanılan APF jeli, nötral NaF jeli ve NaF cilanın etkinliğini karşılaştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ayrıca, CPP-ACP bileşiğinin lazerle kullanımına dair çok az sayıda çalışma mevcuttur (10,11) ancak bu çalışmaların hiçbirinde CPP-ACP ajanının florüre oranla

etkinliği değerlendirilmemiştir. Gerek daimi gerek süt dişlerinde bu konuyla ilgili çalışma yapılmamış olması, çalışmamızın temelini oluşturmuştur.

Çalışmamızın sonuçları incelendiğinde, tüm deney gruplarında işlem sonrası mikrosertlik değerinde bir artış görülmüştür. Bu sonuç, yapılan birçok çalışmayla benzer şekilde, florür, CPP-ACP ve lazerin mine yüzeyinde meydana getirdiği değişiklik neticesinde minenin sertlik değerinde artışa neden olduğunu göstermektedir (7,8,10,82,129,130,135,158,163,172,176,177). Lazer uygulamasının mine sertliğini arttırması 3 farklı hipotez ile açıklanmaktadır. Bunlardan ilkinde etki lazerin mine dokusunda fiziksel bir füzyon meydana getirerek mine geçirgenliğini azaltması ile açıklanmaktadır. Diğer hipotezde lazer; mine yüzeyinde erime, füzyon ve rekristalizasyon meydana getirerek mine yüzeyinde daha sağlam bir tabaka oluşturur ve mine geçirgenliği azalır. Bir diğer hipotez ise mine kristallerindeki yapısal doku değişimlerine dayanır. Bu değişimler; su ve karbonat içeriğinde azalma, hidroksil iyon içeriğinde artış, pirofosfotaz formasyonu ve protein dekompozisyonudur (10). CPP-ACP'nin mine sertliğini arttırması CPP'nin, ACP solüsyonunda nanokompleks yapıda kalsiyum fosfatı sabitleyip dişin mineral doygunluğunu devam ettirmesiyle açıklanmaktadır. Asit etkiye maruz kalındığında ortama ACP salınır ve serbest hale geçen kalsiyum ve fosfat iyonları asidik ortamı tamponlayarak pH'ı dengeler. Böylece demineralizasyon nlenmiş ve remineralizasyon desteklenmiş olur (10,66). Florürlerin mine sertliğini arttırması ise iki yolla gerçekleşir. Bunlardan ilki spesifik olmayan bağlanmadır. Bu bağlanma tipinde flor iyonları hiç bir kimyasal reaksiyon olmadan kristal yüzey tarafından absorbe edilir. Bu da hidroksiapatitlerin znrlğn azaltır. Diğer bağlanma tipi olan spesifik bağlanma ise iyon değişimi sayesinde flor iyonlarının kristal yüzeyle etkileşimi şeklinindedir. Oluşan florapatit kristalleri hidroksiapatite göre daha az znr yapıdadır (4,75).

Çalışmamızda tüm grupların başlangıç mikrosertlik değerleri ile işlem sonrası mikrosertlik değerleri arasındaki farkın ($\Delta 1$) ikili karşılaştırmalarında ise kontrol grubu ile lazer grubu arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Literatürde Er,Cr:YSGG lazerin etkinliğinin yüzey mikrosertliği ile değerlendirildiği sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (6,10,129). Bu çalışmaların sonuçlarında, kontrol grubuyla lazer

grubu arasındaki fark açısından görüş birliği bulunmamaktadır. Çalışmaların birinde, deney grupları arasında sadece lazerin kullanıldığı bir grubun olmaması ve her iki çalışmada da sadece başlangıç mikrosertlik değerleri ile pH siklusu sonrası mikrosertlik değerlerinin ($\Delta 3$) kaydedilmesi sebebiyle çalışmamızdaki $\Delta 1$ sonuçları kıyaslanamamıştır (6,10).

Er,Cr:YSGG lazer dışındaki Nd:YAG, CO₂ ve diode lazerlerin minenin mikrosertliğine etkilerinin değerlendirildiği çalışmalar incelendiğinde ($\Delta 1$)'in değerlendirildiği çalışma olarak sadece Esteves-Oliveria ve arkadaşlarının (153) yaptığı çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada $\Delta 1$ değerleri açısından kontrol grubu ile lazerin tek kullanıldığı grup, lazer+florür ve florür+lazer grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu sonuç çalışmamızda lazer ve kontrol grubu arasında $\Delta 1$ için anlamlı fark olmaması açısından benzerlik göstermektedir. Çalışmamızda lazerin remineralizan ajanlar ile kombine kullanıldığı ve ajanların tek başlarına kullanıldığı grupların sertlik değeri kontrol grubuna göre anlamlı şekilde daha fazladır. Esteves-Oliveria ve arkadaşlarının çalışmasında ise florürlü grupta kontrol grubuna göre sertlik değerinin daha düşük olduğu rapor edilmiş ve florür ve lazerin kombine kullanıldığı gruplarda sertlik değerinin kontrol grubuyla benzer olduğu bildirilmiştir. Esteves-Oliveria ve arkadaşlarının çalışmasında kullanılan florür preparatı AmF ve NaF içerikli jeldir. Çalışmamız ile Esteves-Oliveria ve arkadaşlarının çalışması arasındaki fark kullanılan florür preparatlarının farklı olmasından ve araştırmacıların bizim çalışmamızdaki gibi süt dişi değil daimi diş kullanmalarından kaynaklanmış olabilir. Lazerlerin diş dokularındaki koruyucu etkisi, dokuda ısı değişimleri meydana getirerek kimyasal, fiziksel ve kristal yapıda birtakım değişiklikler oluşturmaya dayanır. Lazerin etkisiyle organik içerikte erime meydana gelir ve mine yüzeyine tekrar çökerek daha sert bir yapı oluşturur (10). Süt dişlerinin organik ve inorganik içeriklerinin ve kristal yapılarının daimi dişlerden farklı olması, süt ve daimi diş kullanılarak yapılan çalışmaların sonuçlarının da farklı olmasına sebep olabilir.

Bu çalışmada sadece başlangıç ve işlem sonrası mikrosertlik arasındaki fark olan $\Delta 1$ değil, işlem ile pH siklusu sonrasındaki fark olan $\Delta 2$ ve başlangıç ile pH siklusu sonrasındaki farkı yansıtan $\Delta 3$ de değerlendirilmiştir. $\Delta 2$ ve $\Delta 3$ sayesinde

dişin sertlik değerini artıran tüm işlemlerin pH siklusu sonrasında ne oranda başarılı olduğu da incelenebilmiştir.

İşlem ve pH siklusu sonrası mikrosertlik değeri arasındaki fark ($\Delta 2$) açısından incelendiğinde, kontrol grubunun mikrosertlik değerindeki düşüş daha fazladır. Kontrol grubu ile APF grubu ve lazer grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. İlâveten; florür ve CPP-ACP'nin lazerle beraber kullanıldığı tüm gruplarda da bu fark anlamlıdır. Bu sonuçlar, lazerin gerek tek başına gerekse diğer ajanlarla beraber kullanımının demineralizasyon ve remineralizasyon döngüsü karşısında daha dirençli olduğunu ortaya çıkarmıştır. Moslemi ve arkadaşları (3) ile Anaraki ve arkadaşları (5) çalışmalarında, lazerin mine matriksinde kısmi bir denatürasyon meydana getirerek mine geçirgenliğini ve demineralizasyonu azalttığını bildirmişleridir. Çalışmamızın sonuçları da bu hipotezi desteklemiş ve lazerin mine sertliğini arttırarak değil demineralizasyonu azaltarak etki ettiği saptanmıştır.

Başlangıç ve pH siklusu sonrası mikrosertlik değeri ($\Delta 3$), örneklerin tüm işlemler neticesinde başlangıca göre olan değişimlerini göstermesi açısından önemlidir. $\Delta 3$ değeri açısından kontrol grubundaki örnekler çalışmanın bitiminde başlangıca göre daha az mikrosertliğe sahiptirler. Bununla birlikte kontrol grubu ile NaF ve CPP-ACP grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Bu sonuç tek başına uygulanan NaF ve CPP-ACP'nin asit ataklarına karşı daha az koruma sağlayabildiğini göstermektedir. Bu sonuç florür, CPP-ACP ve lazerin mikrosertlik etkilerinin değerlendirildiği diğer çalışmalarla da desteklenmiştir (10,153,178-180). Esteves-Oliveria ve arkadaşları (153) CO₂ lazer ile florürün mikrosertlik üzerine etkisini kıyasladıkları çalışmada, çalışmamızın sonuçlarıyla paralel bir şekilde, kontrol grubuyla florürün tek başına kullanıldığı grupta anlamlı fark saptamamışlardır.

Avşar ve Tuloğlu'nun (178) 2010'da yaptıkları in vitro çalışmada kompomer restorasyonları olan süt dişlerine koruyucu uygulama olarak APF, NaF ve distile su uygulanmıştır. Yüzey sertliği açısından APF uygulamasının NaF'a göre daha başarılı olduğu bulunmuştur. APF'nin yapısında hidroflorik asit ve fosforik asit bulunmaktadır. Hidroflorik asit fosforik asitten daha yıkıcıdır. Düşük sıcaklıklarda

bile camı eritebilir. APF'deki bu yıkıcı asit etkinin kompomerin doldurucu partiküllerinin eriyerek yüzeydeki pürüzleri doldurmuş olabileceği bildirilmiştir. APF'nin asitli yapısına bağlı olarak mine yüzeyinde daha fazla florür alımının meydana geldiği ve daha hızlı bir şekilde FAP olduğu yapılan çalışmalarla bildirilmiştir (181,182).

Çalışmamızda $\Delta 3$ açısından Lazer ve FC'nin beraber uygulandığı grupla; sadece CPP-ACP, sadece NaF ve sadece Lazer uygulanan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Bu sonuç; CPP-ACP, NaF ve Lazer uygulamalarının, örnekleri başlangıç mikrosertlik değerine döndürmede lazerle beraber kullanılan FC'ye göre yetersiz kaldığının göstergesidir. Bununla birlikte; APF, FC ve lazerin tüm remineralizan ajanlarla beraber kullanıldığı gruplar (L+NaF, L+APF, L+FC, L+CPP-ACP) arasında fark yoktur. Bu sonuç, APF ve FC'nin tek başına da kullanılabilirken, CPP-ACP ve NaF'ın lazerle beraber kullanımını öngörmektedir.

Çalışmamızda kullanılan tüm remineralizan ajanların lazerli veya lazersiz kullanımları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Bu sonuç Azavedo ve arkadaşları (8) ve Esteves-Oliveria ve arkadaşlarının (153) yaptıkları çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Yapılan çalışmalarda; florür cilasası, APF ve aminflorür içerikli bir jelin lazer olmadan da etkili bir şekilde kullanılabilirler sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte, çalışmamızda, L ile L+NaF, L+APF ve L+CPP-ACP arasında anlamlı fark yokken ($p>0.05$), L ile L+FC arasında anlamlı fark vardır ($p<0.05$). Çalışmamızın sonuçlarına benzer olarak Azavedo ve arkadaşları da yaptıkları çalışmada L+FC grubunda L grubuna göre daha başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen bu sonuç, çocuk diş hekimliğinde sık kullanılan florür cilasasının, lazerle beraber kullanıldığında, lazerin tek kullanımına göre daha etkili olduğu sonucunu doğrulamaktadır.

Azavedo ve arkadaşları (8) süt dişlerinde Nd:YAG lazer, APF ve florür cilasasının demineralizasyonu önlemedeki etkinliklerini karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar, demineralizasyonu önlemede en başarılı grubun APF ve APF+Lazer gurubu olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda FC, APF ve APF +Lazer grupları arasında fark çıkmamıştır. Bahsedilen çalışma ile çalışmamızın sonuçları

arasındaki fark, kullanılan lazerlerin Nd:YAG ve Er,Cr:YSGG olmasının yanı sıra yedi günlük ve on dört günlük pH sikluslarının yarattığı değişikliklerden kaynaklanmış olabilir.

Azavedo ve arkadaşlarının (8) yaptığı çalışmada APF ve florür cilası lazer ile kombine edilerek de değerlendirilmiştir. Çalışmamızın sonuçlarıyla paralel olarak işlem gruplarının tek başına kullanımıyla lazerle kombine kullanımları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır. Bu sonuç, çalışmamızda elde edilen sonuç ile uyumludur çünkü çalışmamızda da ($\Delta 3$ açısından) üç farklı florürün ve CPP-ACP'nin tek başına veya lazerle beraber uygulanması arasında fark olmadığı bulunmuştur. Diş hekimliği literatüründe, Er,Cr:YSGG lazerin kullanıldığı benzer çalışmalar olan Ana ve arkadaşlarının (6) ve Anaraki ve arkadaşlarının (5) yaptıkları çalışmalarda da bizim sonuçlarımıza benzer şekilde APF ile Lazer ve APF'nin beraber kullanımı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bildirilmemiştir. Başka türdeki lazerlerin kullanıldığı çalışmalarda da benzer sonuçlar mevcuttur (8,9,162).

Çalışmamızın SEM bulgularında ise pH siklusundan sonra genel olarak mine yüzeylerinde dekalsifikasyona bağlı bozulma ve porözitede artış gözlenmiştir. Ancak, remineralizan ajanlar lazerle beraber kullanıldığında mine yüzeyindeki porözite ve bozulmanın azaldığı izlenmiştir. Bu etki lazerin mine yüzeyinde meydana getirdiği erime alanlarının pH siklusundaki demineralizasyona karşı direnç göstermesi şeklinde yorumlanmıştır. Çalışmamızdaki örnek sayısının azlığı konuyla ilgili daha fazla yorum yapmayı limitlemiştir. Bu sebeple, ilgili konuda daha fazla çalışmaların yapılmasına ihtiyaç olduğu sonucuna varılmıştır.

Literatürde florürler ve CPP-ACP lazerle beraber kullanıldığında, tek kullanımlarına göre daha başarılı sonuçların saptandığı çalışmalara da rastlanmıştır (3,10,11). Bu sonuçlar, florür ve CPP-ACP'nin lazerle beraber kullanımlarıyla sinerjistik etki oluşup etkinliklerinin artmasıyla ilgili konuda görüş birliği olmadığını ortaya koymaktadır.

Bu tez çalışmasında kullanılan topikal florür ve lazer uygulamaları diş hekimi tarafından klinikte üç-altı ayda bir uygulanan ve hasta tarafından günlük olarak

kullanılmayan koruyucu yöntemler arasındadır. CPP-ACP ise hasta tarafından günlük olarak uygulanabilen bir üründür. Çalışmamızda, CPP-ACP uygulanan örnekler çalışmanın bitiminde başlangıca göre daha az mikrosertliğe sahiptirler. Ancak günlük olarak uygulanabilen bir ürünün sadece 7 günlük pH siklusu sonrası değerlendirmesinin yapılmış olmasının da bu sonucu etkileyebileceği düşünülmüştür. CPP-ACP'nin, daha uzun kullanım süresi sonrasında da değerlendirilmesi ürünün etkinliği hakkında daha farklı sonuçlar verebilir. Nitekim üretici firma tarafından ürünün kullanım süresi hakkında bilgi verilmese de ürünün her gün diş fırçalama sonrasında sabah veya akşam sürekli kullanımı tavsiye edilmektedir. Konuyla ilgili olarak yapılan bir çalışmada (183) CPP-ACP ve florür cilası dört gün ve bir ay sonunda karşılaştırılmıştır. Dört günlük süre sonunda CPP-ACP uygulanan grupta mikrosertlik değeri en düşükken bir aylık süre sonunda en yüksek değeri sergilemiştir. Bu sonuç, günlük olarak düşük dozlarda uygulamanın uzun dönemde bir kerede yüksek dozda uygulanan yöntemlere göre mikrosertlik değerini arttırmak açısından daha etkili bir yöntem olduğunu vurgulamaktadır.

Gerek florür gerekse CPP-ACP içeren çalışmaların çoğu daimi dişlerde yapılmış olup süt dişinin değerlendirildiği çok az sayıda çalışma bulunmaktadır (8,10-12). Oysa içlerinde Türkiye'nin de bulunduğu çeşitli ülkelerde yapılan birçok çalışmada, süt dişlenme döneminde ağızda çürük bulunan bireylerin daimi dişlenme dönemlerinde de çürük bulunma insidansının arttığı bildirilmiştir (184-187). Türkiye'de yapılan çalışmada altı-yedi yaşlarındaki 286 çocuğun dmf indeksleri kaydedildikten dört sene sonra daimi 1. azı dişleri DMF açısından değerlendirilmiştir. Süt azılarında dmf değeri sıfırın üstünde olan çocukların daimi 1. azılarındaki DMF değerleri de sıfırın üstünde bulunmuştur ve aralarında korelasyon olduğu bildirilmiştir (184). Çürüksüz bir daimi dişlenmenin anahtarının çürüksüz bir süt dişlenme olduğunu göz önünde bulundurulursa, süt dişlerini çürükten korumanın önemini daha iyi anlaşılabilir. Ancak, koruyucu diş hekimliğinde maalesef ki süt dişleriyle ilgili çalışma sayısının azlığı, bu konuda yapılması gereken daha fazla çalışmayı gerektirmektedir.

6. SONUÇLAR

Lazerin ve dört farklı remineralizasyon ajanının yalnız veya birlikte kullanıldığındaki çürük önleme etkinliklerinin değerlendirildiği çalışmamızın sonuçları şu şekildedir:

Süt dişlerini çürüğe karşı korumada (pH siklusu sonrasında başlangıç mikrosertlik değerleri arasındaki fark olan $\Delta 3$ açısından);

1. Lazer ile dört farklı remineralizasyon ajanı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0.05$). Birinci Ho hipotezi kabul edilmiştir.
2. Lazerle beraber kullanılan dört farklı remineralizasyon ajanı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). İkinci Ho hipotezi kabul edilmiştir.
3. Çalışmamızda tüm remineralizan ajanların lazerli veya lazersiz kullanımları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (L+NaF ile NaF; L+APF ile APF; L+CPP-ACP ile CPP-ACP, L+FC ile FC arasında fark yoktur). Bununla birlikte; L ile L+NaF, L+APF ve L+CPP-ACP arasında anlamlı fark yokken ($p>0.05$), L ile L+FC arasında anlamlı fark vardır ($p<0.05$). Üçüncü Ho hipotezi reddedilmiştir.

7. KAYNAKLAR

1. Fejerskov, O., Kidd, A.M. (2008). *Dental Caries: The disease and its clinical management*. Oxford: Blackwell Munksgaard.
2. Loesche, W.J. (1986) Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. *Microbiol Rev*, 50 (4), 353-380.
3. Moslemi, M., Fekrazad, R., Tadayon, N., Ghorbani, M., Torabzadeh, H., Shadkar, M.M. (2009) Effects of ER,Cr:YSGG laser irradiation and fluoride treatment on acid resistance of the enamel. *Pediatr Dent*, 31 (5), 409-413.
4. Hellwig, E., Lussi, A. (2001) What is the optimum fluoride concentration needed for the remineralization process? *Caries Res*, 35 Suppl 1, 57-59.
5. Anaraki, S.N., Serajzadeh, M., Fekrazad, R. (2012) Effects of laser-assisted fluoride therapy with a CO2 laser and Er, Cr:YSGG laser on enamel demineralization. *Pediatr Dent*, 34 (4), e92-96.
6. Ana, P.A., Tabchoury, C.P., Cury, J.A., Zezell, D.M. (2012) Effect of Er,Cr:YSGG laser and professional fluoride application on enamel demineralization and on fluoride retention. *Caries Res*, 46 (5), 441-451.
7. Bahrololoomi, Z., Lotfian, M. (2015) Effect of Diode Laser Irradiation Combined with Topical Fluoride on Enamel Microhardness of Primary Teeth. *J Dent (Tehran)*, 12 (2), 85-89.
8. Azevedo, D.T., Faraoni-Romano, J.J., Derceli Jdos, R., Palma-Dibb, R.G. (2012) Effect of Nd:YAG laser combined with fluoride on the prevention of primary tooth enamel demineralization. *Braz Dent J*, 23 (2), 104-109.
9. Steiner-Oliveira, C., Nobre-dos-Santos, M., Zero, D.T., Eckert, G., Hara, A.T. (2010) Effect of a pulsed CO2 laser and fluoride on the prevention of enamel and dentine erosion. *Arch Oral Biol*, 55 (2), 127-133.
10. Subramaniam, P., Pandey, A. (2014) Effect of erbium, chromium: yttrium, scandium, gallium, garnet laser and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on surface micro-hardness of primary tooth enamel. *Eur J Dent*, 8 (3), 402-406.
11. Westerman, G.H., Hicks, M.J., Flaitz, C.M., Powell, G.L. (2006) In vitro caries formation in primary tooth enamel: role of argon laser irradiation and remineralizing solution treatment. *J Am Dent Assoc*, 137 (5), 638-644.
12. Yassaei, S., Fekrazad, R., Shahraki, N., Goldani Moghadam, M. (2014) A Comparison of Shear Bond Strengths of Metal and Ceramic Brackets using Conventional Acid Etching Technique and Er:YAG Laser Etching. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*, 8 (1), 27-34.
13. Nguyen, H.D., Martin, J.T. (2008) Common dental infections in the primary care setting. *Am Fam Physician*, 77 (5), 797-802.
14. Haris, N.O., Garcia-Goday, F. (2004). *Introduction to primary preventive dentistry*. Primary Preventive Dentistry (s. 46-72). New Jersey: Pearson/Prentice Hall

15. Selwitz, R.H.I., A.; Pitts, N.B. (2007) Dental Caries. *Lancet*, 369, 51-59.
16. Geddes, D.A. (1975) Acids produced by human dental plaque metabolism in situ. *Caries Res*, 9 (2), 98-109.
17. Silverstone, L.M. (1973) Structure of carious enamel, including the early lesion. *Oral Sci Rev*, 3, 100-160.
18. Aas, J.A., Paster, B.J., Stokes, L.N., Olsen, I., Dewhirst, F.E. (2005) Defining the normal bacterial flora of the oral cavity. *J Clin Microbiol*, 43 (11), 5721-5732.
19. Smiech-Slomkowska, G., Jablonska-Zrobek, J. (2007) The effect of oral health education on dental plaque development and the level of caries-related *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus* spp. *Eur J Orthod*, 29 (2), 157-160.
20. Marsh, P.D., Nyvad B. (2008). The oral microflora and biofilms on teeth. E. A. Fejerskov; O.; Kidd (Ed.). *Dental caries: the disease and its clinical management* (2 bs., s. 29-48). Copenhagen: Blackwell Munksgaard
21. Roeters, F.J., van der Hoeven, J.S., Burgersdijk, R.C., Schaeken, M.J. (1995) *Lactobacilli*, mutants streptococci and dental caries: a longitudinal study in 2-year-old children up to the age of 5 years. *Caries Res*, 29 (4), 272-279.
22. Caufield PW, C.G., Dasanayake AP. (1993) Initial Acquisition of Mutans Streptococci by infants: Evidence for a Discrete Window of Infectivity. *J Dent Res*, 72 (1), 37-45.
23. Thenisch, N.L., Bachmann, L.M., Imfeld, T., Leisebach Minder, T., Steurer, J. (2006) Are mutans streptococci detected in preschool children a reliable predictive factor for dental caries risk? A systematic review. *Caries Res*, 40 (5), 366-374.
24. Çakır, F.Y., Gürkan, S., Attar, N. (2010) Çürük mikrobiyolojisi. *Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 34 (4), 78-91.
25. Pitts, N.B. (2004) Are we ready to move from operative to non-operative/preventive treatment of dental caries in clinical practice? *Caries Res*, 38 (3), 294-304.
26. Pitts, N.B. (1997) Diagnostic tools and measurements--impact on appropriate care. *Community Dent Oral Epidemiol*, 25 (1), 24-35.
27. Committee, I.C.D.a.A.S.C. (2011). Rationale and Evidence for the International Caries Detection and Assessment System (ICDAS II) (Rapor No).
28. Pitts, N.B., Stamm, J. W. (2004) International Consensus Workshop on Caries Clinical Trials (ICW-CCT)--final consensus statements: agreeing where the evidence leads. *J Dent Res*, 83 Spec No C, C125-128.
29. Ismail, A.I., Sohn, W., Tellez, M., Amaya, A., Sen, A., Hasson, H., Pitts, N. B. (2007) The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol*, 35 (3), 170-178.

30. Topping, G., Bonner, B., Pitts, N. (2007). Guidance and Training manual to accompany Full Standart Clinical Survey Form (Rapor No). France: Dental Faculty, University of Lyon.
31. Gwinnett, A.J. (1992) Structure and composition of enamel. *Oper Dent*, Suppl 5, 10-17.
32. Berkovitz, B.K., Robinson, S., Moxham, B.J., Patel, D. (1992) Ultrastructural quantification of collagen fibrils in the central region of the articular disc of the temporomandibular joint of the cat and the guinea pig. *Arch Oral Biol*, 37 (6), 479-481.
33. ten Cate, J.M., Larsen, M.J., Pearce, E.I.F., Fejerskov, O. (2008). Chemical interactions between the tooth and oral fluids. O. Fejerskov, Kidd, A.M. (Ed.). *Dental Caries: The disease and its clinical management*. Oxford: Blackwell Munksgaard
34. ten Cate, J., Featherstone, JDB. (1996). Physicochemical aspects of fluoride enamel interactions. O. Fejerskov, Ekstrand, J., Burt, B.A. (Ed.). *Fluoride in Dentistry* (2 bs., s. 252-269). Copenhagen: Munksgaard
35. Pearce, E.I., Nelson, D. G. (1989) Microstructural features of carious human enamel imaged with back-scattered electrons. *J Dent Res*, 68 (2), 113-118.
36. Kidd, E.A.M. (1997). *Essentials of dental caries the disease and its management* (2 bs.). London: Oxford University Press.
37. Cochrane, N.J., Anderson, P., Davis, G.R., Adams, G.G., Stacey, M.A., Reynolds, E.C. (2012) An X-ray microtomographic study of natural white-spot enamel lesions. *J Dent Res*, 91 (2), 185-191.
38. Lynch, R.J.Mony., U.; Ten Cate, J.M. (2006) The effect of fluoride at plaque fluid concentrations on enamel de- and remineralisation at low pH. *Caries Research*, 40, 522-529.
39. Lynch, R.J.Ten.Cate., J.M. (2006) The effect of lesion characteristics at baseline on subsequent de- and remineralisation behaviour. *Caries Res*, 40, 530-535.
40. Mensinkai, P.K.Ccauhana-Vasquez., R.A.; Chedjieu, I.; Amaechi, B.T.; Mackey A.C.; Walker, T.J. ve diğ erleri. (2012) In situ remineralization of white-spot enamel lesions by 500 and 1,100 ppm F dentifrices. *Clinical Oral Investigation*, 16, 1007-1014.
41. Iijima, Y., Koulourides, T. (1988) Mineral density and fluoride content of in vitro remineralized lesions. *J Dent Res*, 67 (3), 577-581.
42. Pinkham, J.R., Casamassimo., P.S., Field., H.W., McTigue., D.J., Nowak, A.J. (2005). *Pediatric Dentistry. Infancy through adolescence*. (4 bs.). Missouri: Elsevier Saunders.
43. Becker, M.R., Paster, B.J., Leys, E.J., Moeschberger, M.L., Kenyon, S.G., Galvin, J.L. ve diğ erleri. (2002) Molecular analysis of bacterial species associated with childhood caries. *J Clin Microbiol*, 40 (3), 1001-1009.

44. Featherstone, J.D. (1999) Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol*, 27 (1), 31-40.
45. van Houte, J. (1994) Role of micro-organisms in caries etiology. *J Dent Res*, 73 (3), 672-681.
46. Coolidge, T.B., Besic, F.C., Jacobs, M.H. (1955) A microscopic comparison of clinically and artificially produced changes in enamel. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 8 (11), 1204-1210.
47. Tschoppe, P., Zandim, D.L., Martus, P., Kielbassa, A.M. (2011) Enamel and dentine remineralization by nano-hydroxyapatite toothpastes. *J Dent*, 39 (6), 430-437.
48. Cury, J.A., Tenuta, L.M. (2009) Enamel remineralization: controlling the caries disease or treating early caries lesions? *Braz Oral Res*, 23 Suppl 1, 23-30.
49. Pearce, E.I., Moore, A.J. (1985) Remineralization of softened bovine enamel following treatment of overlying plaque with a mineral-enriching solution. *J Dent Res*, 64 (3), 416-421.
50. Gonzalez-Cabezas, C. (2010) The chemistry of caries: remineralization and demineralization events with direct clinical relevance. *Dent Clin North Am*, 54 (3), 469-478.
51. Featherstone, J.D. (2009) Remineralization, the natural caries repair process--the need for new approaches. *Adv Dent Res*, 21 (1), 4-7.
52. Dijkman, A., Huizinga, E., Ruben, J., Arends, J. (1990) Remineralization of human enamel in situ after 3 months: the effect of not brushing versus the effect of an F dentifrice and an F-free dentifrice. *Caries Res*, 24 (4), 263-266.
53. Reich, E., Lussi, A., Newbrun, E. (1999) Caries-risk assessment. *Int Dent J*, 49 (1), 15-26.
54. Winter, G.B. (1990) Epidemiology of dental caries. *Arch Oral Biol*, 35 Suppl, 1S-7S.
55. Maltz, M., Jardim, J.J., Alves, L.S. (2010) Health promotion and dental caries. *Braz Oral Res*, 24 Suppl 1, 18-25.
56. Ulu, O., Dörter, C. (2008) Fissür örtücüler ve kullanım alanları. *İstanbul Üniv. Diş Hek Fak Derg.*, 42 (3-4), 25-30.
57. Anderson, M. (2002) Risk assessment and epidemiology of dental caries: review of the literature. *Pediatr Dent*, 24 (5), 377-385.
58. Oong, E.M., Griffin, S.O., Kohn, W.G., Gooch, B.F., Caufield, P.W. (2008) The effect of dental sealants on bacteria levels in caries lesions: a review of the evidence. *J Am Dent Assoc*, 139 (3), 271-278; quiz 357-278.
59. Koduganti, R.R., Sandeep, N., Guduguntla, S., Chandana Gorthi, V.S. (2011) Probiotics and prebiotics in periodontal therapy. *Indian J Dent Res*, 22 (2), 324-330.
60. Çetin, A.R., Karabekiroğlu, S., Ünlü, N. (2011) Probiyotikler ve ağız sağlığına etkileri. *Süleyman Demirel Üniv Diş Hek Fak Derg.*, 3 (1), 19-29.

61. Silva, M., Jacobus, N.V., Deneke, C., Gorbach, S.L. (1987) Antimicrobial substance from a human *Lactobacillus* strain. *Antimicrob Agents Chemother*, 31 (8), 1231-1233.
62. Gedalia, I., Ionat-Bendat, D., Ben-Mosheh, S., Shapira, L. (1991) Tooth enamel softening with a cola type drink and rehardening with hard cheese or stimulated saliva in situ. *J Oral Rehabil*, 18 (6), 501-506.
63. Aimutis, W.R. (2004) Bioactive properties of milk proteins with particular focus on anticariogenesis. *J Nutr*, 134 (4), 989S-995S.
64. Reynolds, E.C., Cai, F., Shen, P., Walker, G.D. (2003) Retention in plaque and remineralization of enamel lesions by various forms of calcium in a mouthrinse or sugar-free chewing gum. *J Dent Res*, 82 (3), 206-211.
65. Reynolds, E.C., Black, C.L. (1987) Reduction of chocolate's cariogenicity by supplementation with sodium caseinate. *Caries Res*, 21 (5), 445-451.
66. Reynolds, E.C. (1997) Remineralization of enamel subsurface lesions by casein phosphopeptide-stabilized calcium phosphate solutions. *J Dent Res*, 76 (9), 1587-1595.
67. Rose, R.K. (2000) Effects of an anticariogenic casein phosphopeptide on calcium diffusion in streptococcal model dental plaques. *Arch Oral Biol*, 45 (7), 569-575.
68. Schupbach, P., Neeser, J.R., Golliard, M., Rouvet, M., Guggenheim, B. (1996) Incorporation of caseinoglycomacropeptide and caseinophosphopeptide into the salivary pellicle inhibits adherence of mutans streptococci. *J Dent Res*, 75 (10), 1779-1788.
69. Rahiotis, C., Vougiouklakis, G. (2007) Effect of a CPP-ACP agent on the demineralization and remineralization of dentine in vitro. *J Dent*, 35 (8), 695-698.
70. Azarpazhooh, A., Limeback, H. (2008) Clinical efficacy of casein derivatives: a systematic review of the literature. *J Am Dent Assoc*, 139 (7), 915-924; quiz 994-915.
71. Pai, D., Bhat, S.S., Taranath, A., Sargod, S., Pai, V.M. (2008) Use of laser fluorescence and scanning electron microscope to evaluate remineralization of incipient enamel lesions remineralized by topical application of casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate (CPP-aCP) containing cream. *J Clin Pediatr Dent*, 32 (3), 201-206.
72. Whitford, G.M. (1994) Intake and metabolism of fluoride. *Adv Dent Res*, 8 (1), 5-14.
73. Murray, J.J. (1999). *The Prevention Of Oral Disease* (c. 3th ed.). Oxford, Oxford Universities.
74. Dean, T.H. (1938). Endemic fluorosis and its relation to dental caries (Rapor No: 33). Public Health Reports: United States Public Health Service.
75. Featherstone, J.D. (2000) The science and practice of caries prevention. *J Am Dent Assoc*, 131 (7), 887-899.

76. Christoffersen, J., Christoffersen, M.R., Arends, J.,Leonardsen, E.S. (1995) Formation of phosphate-containing calcium fluoride at the expense of enamel, hydroxyapatite and fluorapatite. *Caries Res*, 29 (3), 223-230.
77. Morganstein, S.I. (1994) Clinical results: implications for prevention and treatment in general dental practice. *Int Dent J*, 44 (3 Suppl 1), 297-299.
78. Burt, B.A.Fejerskov, O. (1996). Water fluoridation. O. Fejerskov, Ekstrand, J., Burt, BA. (Ed.). Fluoride in Dentistry (2 bs., s. 275-290). Copenhagen, Munksgaard
79. WHO Technical Report Series: Fluorides and oral health (Rapor No: 846). (1994). Geneva.
80. Burt, B.A., Marthaler, T.M. (1996). Fluoride tablets, salt fluoridation, and milk fluoridation. O. Fejerskov, Ekstrand, J., Burt, BA. (Ed.). Fluoride in Dentistry (2 bs., s. 291-310). Copenhagen: Munksgaard Co
81. American Academy of Pediatric, D. (2013) Guideline on fluoride therapy. *Pediatr Dent*, 35 (5), E165-168.
82. Karlinsey, R.L., Mackey, A.C., Walker, T.J., Frederick, K.E., Blanken, D.D., Flaig, S.M. ve diğerleri. (2011) In vitro remineralization of human and bovine white-spot enamel lesions by NaF dentifrices: A pilot study. *J Dent Oral Hyg*, 3 (2), 22-29.
83. Thaveesangpanich, P., Itthagaran, A., King, N.M., Wefel, J.S.,Tay, F.R. (2005) In vitro model for evaluating the effect of child formula toothpastes on artificial caries in primary dentition enamel. *Am J Dent*, 18 (3), 212-216.
84. Jiang, H., Bian, Z., Tai, B.J., Du, M.Q.,Peng, B. (2005) The effect of a bi-annual professional application of APF foam on dental caries increment in primary teeth: 24-month clinical trial. *J Dent Res*, 84 (3), 265-268.
85. Zero, D.T., Fu, J., Espeland, M.A.,Featherstone, J.D. (1988) Comparison of fluoride concentrations in unstimulated whole saliva following the use of a fluoride dentifrice and a fluoride rinse. *J Dent Res*, 67 (10), 1257-1262.
86. Isaksson, M., Bruze, M., Bjorkner, B.,Niklasson, B. (1993) Contact allergy to Duraphat. *Scand J Dent Res*, 101 (1), 49-51.
87. Fontana, M., Gonzalez-Cabezas, C., Haider, A.,Stookey, G.K. (2002) Inhibition of secondary caries lesion progression using fluoride varnish. *Caries Res*, 36 (2), 129-135.
88. Clark, D.C., Stamm, J.W., Robert, G.,Tessier, C. (1985) Results of a 32-month fluoride varnish study in Sherbrooke and Lac-Megantic, Canada. *J Am Dent Assoc*, 111 (6), 949-953.
89. Carvalho, T.S., Peters, B.G., Rios, D., Magalhaes, A.C., Sampaio, F.C., Buzalaf, M.A. ve diğerleri. (2015) Fluoride varnishes with calcium glycerophosphate: fluoride release and effect on in vitro enamel demineralization. *Braz Oral Res*, 29.

90. Cehreli, Z.C., Yazici, R., Garcia-Godoy, F. (2000) Effect of 1.23 percent APF gel on fluoride-releasing restorative materials. *ASDC J Dent Child*, 67 (5), 330-337, 302.
91. Coluzzi, D.J. (2004) Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dent Clin North Am*, 48 (4), 751-770, v.
92. Işık. (2011). 23.07.2015, 2011, Ağ Sitesi: <http://tr.wikipedia.org/wiki/I%C5%9F%C4%B1k>
93. Skoog, D.A. (1998). Principles of Instrumental Analysis (5th ed. bs.). Philadelphia : Saunders Collage Pub.
94. Einstein, A. (1917) Zur Quantentheorie der Strahlung (ON the Quantum Theory of Radiation). *Physika Zeitschrift*, 18, 121-128.
95. Sırav, B. (2012) Lazer Nedir? Fiziği ve Doku ile Etkileşimi. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci-Special Topics*, 3 (2), 1-6.
96. Coluzzi, D.J.C., Robert A. (2011). Laser Fundamentals. R. A. Convissar (Ed.). Principles and Practice of Laser Dentistry (s. 12-26). St. Louis, Missouri
97. Dederich, D.N. (1993) Laser/ tissue interaction: what happens to laser light when it strikes tissue? *J Am Dent Assoc*, 124 (2), 57-61.
98. Vogel, A.V., V. (2003) Mechanisms of pulsed laser ablation of biological tissues. *Chem. Rev.*, 103, 577-644.
99. Welch, A.J. (1989) Laser physics and laser- tissue interaction. *Texas Heart Institute Journal*, 16, 141-149.
100. Parker, S. (2007) Verifiable CPD paper: laser- tissue interaction. *Br Dent J.*, 202 (2), 73-81.
101. Harris, D.M., Pick, R. M. (1995). Laser Physics. L. J. Misserandino, Pick R. M. (Ed.). Lasers in Dentistry (s. 27-38). Chicago: Quintessence Publishing Co, Inc.
102. Kotlow, L. (2011). Lasers in Pediatric Dentistry. R. A. Convissar (Ed.). Principles and Practice of Laser Dentistry (s. 202-224). St. Louis, Missouri
103. Wigdor, H., ABT; E., Ashrafi, S., Walsh, J.T. . (1993) The effect of lasers on dental hard tissues. *J Am Dent Assoc*, 124, 65-70.
104. Hadley, J., Young, D.A., Eversole, L.R., Gornbein, J.A. (2000) A laser-powered hydrokinetic system for caries removal and cavity preparation. *Journal of American Dental Association*, 131, 777-785.
105. Freitas, M.P., Geraldo-Soares, D., Biella-Silva, C.A., Silva, A.V., Silveria, B.L., Eduardo, C.P. (2008) Intrapulpal temperature variation during Er,Cr:YSGG enamel irradiation on caries prevention. *Journal of Applied Oral Science*, 16 (2), 95-99.
106. Martinez-Insua, A., Dominguez, L.S., Rivera, F.G., Santa-Penin, U.A. (2000) Differences in bonding to acid-etched or Er: YAG-laser-treated enamel and dentin surfaces. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 84 (3), 280-288.

107. Van As, G. (2004) Erbium lasers in Dentistry. *The Dental Clinics of North America*, 48, 1017-1059.
108. Myers, T.D. (1991) Lasers in Dentistry. *Journal of the American Dental Association*, 122 (1), 46-50.
109. Mehl, A., Folwaczny, M., Haffner, C., Hickel, R. (1999) Bactericidal effects of 2.94 microns Er: YAG laser radiation in dental root canals. *Journal of Endodontics*, 25 (7), 490-493.
110. Altundağ Kahraman, S. (2012) Düşük Seviyeli Lazer Terapisi. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci-Special Topics*, 3 (2), 34-42.
111. Piccione, P.J. (2004) Dental laser safety. *Dent Clin North Am*, 48, 795-807.
112. Parker, S. (2007) Verifiable CPD paper: laser regulation and safety in general dental practice. *British Dental Journal*, 202 (9), 523- 532.
113. Bhat, M.A. (2010) Lasers in prosthodontics - An overview Part 1 : Fundamentals of dental lasers. *Journal of Indian Prosthodontic Society*, 10, 13-26.
114. Miserandino, L.J., Pick, R.M., Blankenau, R.J. (1995). Laser safety in dental practice. L. J. Miserandino, Pick, R.M. (Ed.). *Lasers in Dentistry* (s. 85-101). Chicago: Quintessence Publishing Co, Inc.
115. Kotlow, L. (2004) Lasers in Pediatric Dentistry. *Dent Clin North Am*, 48, 899-922.
116. Strauss, R.A., Fallon, S.D. (2004) Lasers in contemporary oral and maxillofacial surgery. *Dent Clin North Am*, 48, 861-888.
117. Adams, T.C., Pang, P.K. (2004) Lasers in aesthetic dentistry. *Dent Clin North Am*, 48, 833-860.
118. Schwarz, F., Aoki, A., Sculean, A., Georg, T., Scherbaum, W., Becker, J. . (2003) In vivo effects of an Er:YAG laser, an ultrasonic system and scaling and root planning on the biocompatibility of periodontally diseased root surfaces in cultures of human PDL fibroblasts. *Lasers in Surgery and Medicine* 33, 140-147.
119. Sakurai, Y., Yamaguchi, M., Abiko, Y. (2000) Inhibitory effect of lowlevel laser irradiation on LPS- stimulated prostoglandin E2 production and cyclooxygenase-2 in human gingival fibroblasts. *Eur J Oral Sci*, 108, 29-34.
120. Lussi, A., Megert, B., Longbottom, C. Reich, E., Francescut, P. (2001) Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions. *Eur J Oral Sci*, 109, 14-19.
121. Lussi, A., Hellwig, E. (2006) Performance of a new laser fluorescence device for the detection of occlusal caries in vitro. *J Dent. Aug.*, 34, 467-471.
122. Gökalp, S., Baleren, M. (2005) Use of laser fluorescence in monitoring the durability and cariostatic effects of fluoride and chlorhexidine varnishes on occlusal caries: a clinical study. *Quintessence Int*, 36, 183-189.

123. Alkurt, T.M., Bala, O. (2007) Çürük teşhisinde lazer enerjisi kullanılması. *Gazi Üniv. Diş Hek Fak Derg.*, 24, 125-130.
124. Güray Efes, B. (2005) Konservatif diş tedavisinde diagnostik yöntemler. *İstanbul Üniv. Diş Hek Fak Derg.*, 39, 44-49.
125. Chin-Ying, H.S., Xiaoli, G., Jisheng, P., Wefel, S.J. (2004) Effects of CO2 laser on fluoride uptake in enamel. *Jorunal of Dentisrty*, 32, 161-167.
126. Rodrigues, L.K., Nobre dos Santos, M., Pereira, D., Assaf, A.V.,Pardi, V. (2004) Carbon dioxide laser in dental caries prevention. *J Dent*, 32 (7), 531-540.
127. Tepper, S.A., Zehnder, M., Pajarola, G.F.,Schmidlin, P.R. (2004) Increased fluoride uptake and acid resistance by CO2 laser-irradiation through topically applied fluoride on human enamel in vitro. *J Dent*, 32 (8), 635-641.
128. Mohan, A.G., Ebenezar, A.V., Ghani, M.F., Martina, L., Narayanan, A.,Mony, B. (2014) Surface and mineral changes of enamel with different remineralizing agents in conjunction with carbon-dioxide laser. *Eur J Dent*, 8 (1), 118-123.
129. de Freitas, P.M., Rapozo-Hilo, M., Eduardo Cde, P.,Featherstone, J.D. (2010) In vitro evaluation of erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser-treated enamel demineralization. *Lasers Med Sci*, 25 (2), 165-170.
130. Souza-Gabriel, A.E., Colucci, V., Turssi, C.P., Serra, M.C.,Corona, S.A. (2010) Microhardness and SEM after CO(2) laser irradiation or fluoride treatment in human and bovine enamel. *Microsc Res Tech*, 73 (11), 1030-1035.
131. Raucci-Neto, W., de Castro-Raucci, L.M., Lepri, C.P., Faraoni-Romano, J.J., Gomes da Silva, J.M.,Palma-Dibb, R.G. (2015) Nd:YAG laser in occlusal caries prevention of primary teeth: a randomized clinical trial. *Lasers Med Sci*, 30 (2), 761-768.
132. Nammour, S., Rocca, J.P., Pireaux, J.J., Powell, G.L., Morciaux, Y.,Demortier, G. (2005) Increase of enamel fluoride retention by low fluence argon laser beam: a 6-month follow-up study in vivo. *Lasers Surg Med*, 36 (3), 220-224.
133. Nammour, S., Demortier, G., Florio, P., Delhaye, Y., Pireaux, J.J., Morciaux, Y. ve diğerleri. (2003) Increase of enamel fluoride retention by low fluence argon laser in vivo. *Lasers Surg Med*, 33 (4), 260-263.
134. Gonzalez-Rodriguez, A., de Dios Lopez-Gonzalez, J., del Castillo Jde, D.,Villalba-Moreno, J. (2011) Comparison of effects of diode laser and CO2 laser on human teeth and their usefulness in topical fluoridation. *Lasers Med Sci*, 26 (3), 317-324.
135. Stangler, L.P., Romano, F.L., Shirozaki, M.U., Galo, R., Afonso, A.M., Borsatto, M.C. ve diğerleri. (2013) Microhardness of enamel adjacent to orthodontic brackets after CO2 laser irradiation and fluoride application. *Braz Dent J*, 24 (5), 508-512.
136. Hossain, M., Nakamura, Y., Yamada, Y., Murakami, Y.,Matsumoto, K. (2002) Compositional and structural changes of human dentin following caries removal by Er,Cr:YSGG laser irradiation in primary teeth. *J Clin Pediatr Dent*, 26 (4), 377-382.

137. Reyto, R. (2001) Lasers and air abrasion. New modalities for tooth preparation. *Dent Clin North Am*, 45 (1), 189-206.
138. Shigetani, Y., Okamoto, A., Abu-Bakr, N., Iwaku, M. (2002) A study of cavity preparation by Er:YAG laser--observation of hard tooth structures by laser scanning microscope and examination of the time necessary to remove caries. *Dent Mater J*, 21 (1), 20-31.
139. Tachibana, A., Marques, M.M., Soler, J.M., Matos, A.B. (2008) Erbium, chromium:yttrium scandium gallium garnet laser for caries removal: influence on bonding of a self-etching adhesive system. *Lasers Med Sci*, 23 (4), 435-441.
140. Yip, H.K., Samaranayake, L.P. (1998) Caries removal techniques and instrumentation: a review. *Clin Oral Investig*, 2 (4), 148-154.
141. Orchardson, R., Whitters, C.J. (2000) Effect of HeNe and pulsed Nd:YAG laser irradiation on intradental nerve responses to mechanical stimulation of dentine. *Lasers Surg Med*, 26 (3), 241-249.
142. Tanabe, K., Yoshida, K., Yoshida, N., Iwaku, M., Ozawa, H. (2002) Immunohistochemical study on pulpal response in rat molars after cavity preparation by Er:YAG laser. *Eur J Oral Sci*, 110 (3), 237-245.
143. Wang, Q.Q., Zhang, C.F., Yin, X.Z. (2007) Evaluation of the bactericidal effect of Er,Cr:YSGG, and Nd:YAG lasers in experimentally infected root canals. *J Endod*, 33 (7), 830-832.
144. Alexander, R., Xie, J., Fried, D. (2002) Selective removal of residual composite from dental enamel surfaces using the third harmonic of a Q-switched Nd:YAG laser. *Lasers Surg Med*, 30 (3), 240-245.
145. Dumore, T., Fried, D. (2000) Selective ablation of orthodontic composite by using sub-microsecond IR laser pulses with optical feedback. *Lasers Surg Med*, 27 (2), 103-110.
146. Sung, E.C., Chenard, T., Caputo, A.A., Amodeo, M., Chung, E.M., Rizoju, I.M. (2005) Composite resin bond strength to primary dentin prepared with Er, Cr:YSSG laser. *J Clin Pediatr Dent*, 30 (1), 45-49.
147. Attar, N.K., Y. (2006) Dentin aşırı hassasiyeti. *Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 30 (4), 83-91.
148. Sun, G. (2000) The role of lasers in cosmetic dentistry. *Dent Clin North Am*, 44 (4), 831-850.
149. Brenneise, C.V., Blankenau, R.J. (1997) Response of associated oral soft tissues when exposed to Argon laser during polymerization of dental resins. *Lasers Surg Med*, 20 (4), 467-472.
150. Kimura, Y., Wilder-Smith, P., Matsumoto, K. (2000) Lasers in endodontics: a review. *Int Endod J*, 33 (3), 173-185.
151. Cobb, C.M. (2006) Lasers in periodontics: a review of the literature. *J Periodontol*, 77 (4), 545-564.

152. Esteves-Oliveira, M., Zezell, D.M., Meister, J., Franzen, R., Stanzel, S., Lampert, F. ve diğerleri. (2009) CO2 Laser (10.6 microm) parameters for caries prevention in dental enamel. *Caries Res*, 43 (4), 261-268.
153. Esteves-Oliveira, M., Pasaporti, C., Heussen, N., Eduardo, C.P., Lampert, F.,Apel, C. (2011) Rehardening of acid-softened enamel and prevention of enamel softening through CO2 laser irradiation. *J Dent*, 39 (6), 414-421.
154. Mathew, A., Reddy, N.V., Sugumaran, D.K., Peter, J., Shameer, M.,Dauravu, L.M. (2013) Acquired acid resistance of human enamel treated with laser (Er:YAG laser and Co2 laser) and acidulated phosphate fluoride treatment: An in vitro atomic emission spectrometry analysis. *Contemp Clin Dent*, 4 (2), 170-175.
155. Wang, L., D'Alpino, P.H., Lopes, L.G.,Pereira, J.C. (2003) Mechanical properties of dental restorative materials: relative contribution of laboratory tests. *J Appl Oral Sci*, 11 (3), 162-167.
156. O'Brien, W.J. (2002). *Dental Mterials and Their Selection* (3 bs.). Michigan, Chicago: Quintessence Pub. Co.
157. ten Cate, J.M.,Duijsters, P.P. (1982) Alternating demineralization and remineralization of artificial enamel lesions. *Caries Res*, 16 (3), 201-210.
158. Valerio, R.A., Rocha, C.T., Galo, R., Borsatto, M.C., Saraiva, M.C.,Corona, S.A. (2015) CO2 laser and topical fluoride therapy in the control of caries lesions on demineralized primary enamel. *ScientificWorldJournal*, 2015, 547569.
159. 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. *J Conserv Dent*, 13 (1), 42-46.
160. Queiroz, C.S., Hara, A.T., Paes Leme, A.F.,Cury, J.A. (2008) pH-cycling models to evaluate the effect of low fluoride dentifrice on enamel de- and remineralization. *Braz Dent J*, 19 (1), 21-27.
161. ten Cate, J.M., Exterkate, R.A.,Buijs, M.J. (2006) The relative efficacy of fluoride toothpastes assessed with pH cycling. *Caries Res*, 40 (2), 136-141.
162. Ramos-Oliveira, T.M., Ramos, T.M., Esteves-Oliveira, M., Apel, C., Fischer, H., Eduardo Cde, P. ve diğerleri. (2014) Potential of CO2 lasers (10.6 microm) associated with fluorides in inhibiting human enamel erosion. *Braz Oral Res*, 28, 1-6.
163. Argenta, R.M., Tabchoury, C.P.,Cury, J.A. (2003) A modified pH-cycling model to evaluate fluoride effect on enamel demineralization. *Pesqui Odontol Bras*, 17 (3), 241-246.
164. Ekambaram, M., Itthagarun, A.,King, N.M. (2011) Comparison of the remineralizing potential of child formula dentifrices. *Int J Paediatr Dent*, 21 (2), 132-140.
165. Costa, C.C., Almeida, I.C.,Costa Filho, L.C. (2006) Erosive effect of an antihistamine-containing syrup on primary enamel and its reduction by fluoride dentifrice. *Int J Paediatr Dent*, 16 (3), 174-180.

166. 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. *Int J Paediatr Dent*, 14 (3), 199-203.
167. Thaveesangpanich, P., Itthagarun, A., King, N.M., Wefel, J.S. (2005) The effects of child formula toothpastes on enamel caries using two in vitro pH-cycling models. *Int Dent J*, 55 (4), 217-223.
168. Featherstone, J.D., Glena, R., Shariati, M., Shields, C.P. (1990) Dependence of in vitro demineralization of apatite and remineralization of dental enamel on fluoride concentration. *J Dent Res*, 69 Spec No, 620-625; discussion 634-626.
169. Featherstone, J.D., ten Cate, J.M., Shariati, M., Arends, J. (1983) Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries Res*, 17 (5), 385-391.
170. Rodrigues, E., Delbem, A.C., Pedrini, D., de Oliveira, M.S. (2008) PH-cycling model to verify the efficacy of fluoride-releasing materials in enamel demineralization. *Oper Dent*, 33 (6), 658-665.
171. Karlinsey, R.L., Mackey, A.C., Blanken, D.D., Schwandt, C.S. (2012) Remineralization of eroded enamel lesions by simulated saliva in vitro. *Open Dent J*, 6, 170-176.
172. Mettu, S., Srinivas, N., Reddy Sampath, C.H., Srinivas, N. (2015) Effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (cpp-acp) on caries-like lesions in terms of time and nano-hardness: An in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*, 33 (4), 269-273.
173. Tagomori, S., Morioka, T. (1989) Combined effects of laser and fluoride on acid resistance of human dental enamel. *Caries Res*, 23 (4), 225-231.
174. Hossain, M.M., Hossain, M., Kimura, Y., Kinoshita, J., Yamada, Y., Matsumoto, K. (2002) Acquired acid resistance of enamel and dentin by CO₂ laser irradiation with sodium fluoride solution. *J Clin Laser Med Surg*, 20 (2), 77-82.
175. Meurman, J.H., Hemmerle, J., Voegel, J.C., Rauhamaa-Makinen, R., Luomanen, M. (1997) Transformation of hydroxyapatite to fluorapatite by irradiation with high-energy CO₂ laser. *Caries Res*, 31 (5), 397-400.
176. Ahmadi Zenouz, G., Ezoji, F., Enderami, S.A., Khafri, S. (2015) Effect of Fluoride, Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate and Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate Fluoride on Enamel Surface Microhardness After Microabrasion: An in Vitro Study. *J Dent (Tehran)*, 12 (10), 705-711.
177. Asl-Aminabadi, N., Najafpour, E., Samiei, M., Erfanparast, L., Anoush, S., Jamali, Z. ve diğ erleri. (2015) Laser-Casein phosphopeptide effect on remineralization of early enamel lesions in primary teeth. *J Clin Exp Dent*, 7 (2), e261-267.
178. Avsar, A., Tuloglu, N. (2010) Effect of different topical fluoride applications on the surface roughness of a colored compomer. *J Appl Oral Sci*, 18 (2), 171-177.

179. Trairatvorakul, C., Kangvansurakit, N., Pathomburi, J. (2010) In vitro comparison of self versus professionally applied remineralizing materials. *J Clin Pediatr Dent*, 34 (4), 323-328.
180. Caldeira, E.M., Fidalgo, T.K., Passalini, P., Marquezan, M., Maia, L.C., Nojima Mda, C. (2012) Effect of fluoride on tooth erosion around orthodontic brackets. *Braz Dent J*, 23 (5), 581-585.
181. Delbem, A.C., Cury, J.A. (2002) Effect of application time of APF and NaF gels on microhardness and fluoride uptake of in vitro enamel caries. *Am J Dent*, 15 (3), 169-172.
182. Eronat, C., Eronat, N., Alpoz, A.R. (1993) Fluoride uptake by enamel in vitro following application of various topical fluoride preparations. *J Clin Pediatr Dent*, 17 (4), 227-230.
183. Esfahani, M.R., Esfahani, H.R., Mahmoudi, A., Johari, M.K., Hemati, K. (2015) Focal Choroidal Excavation in Best Vitelliform Macular Dystrophy: Case Report. *J Clin Diagn Res*, 9 (5), ND01-02.
184. Topaloglu-Ak, A., Eden, E. (2010) Caries in primary molars of 6–7-year-old Turkish children as risk indicators for future caries development in permanent molars. *J Dent Sci*, 5 (3), 150-155.
185. ter Pelkwijk, A., van Palenstein Helderman, W.H., van Dijk, J.W. (1990) Caries experience in the deciduous dentition as predictor for caries in the permanent dentition. *Caries Res*, 24 (1), 65-71.
186. Helfenstein, U., Steiner, M., Marthaler, T.M. (1991) Caries prediction on the basis of past caries including precavity lesions. *Caries Res*, 25 (5), 372-376.
187. Bruszt, P. (1959) Relationship of caries incidence in deciduous and permanent dentitions. *J Dent Res*, 38 (2), 416.

8. EKLER

Ek 1 : Etik Kurul Onay Belgesi



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557-353

10.9 Mart 2015

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 04.03.2015 ÇARŞAMBA
Toplantı No : 2015/05
Proje No : GO 15/176 (Değerlendirme Tarihi: 04.03.2015)
Karar No : GO 15/176 – 41

Üniversitemiz Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof.Dr.Melek Dilek TURGUT'un sorumlu araştırmacısı olduğu, Prof.Dr.Rüya YAZICI ile birlikte çalışacakları Dt.Pınar Serdar EMİRLİ'nin tezi olan GO 15/176 kayıt numaralı ve "ER; CR: YSGG Lazer ve Farklı Remineralizasyon Ajanlarının Süt Dişi Minesinin Çürüğe Karşı Direncini Arttırmadaki Etkilerinin İncelenmesi" başlıklı proje önerisi araştırmanın gereke, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, tıbbi etik açıdan uygun bulunmuştur.

- | | |
|---|--|
| 1. Prof. Dr. Nurten Akarsu (Başkan) | 9. Prof. Dr. Rahime Nohutçu (Üye) |
| 2. Prof. Dr. Nüket Ornek Buken (Üye) | 10. Prof. Dr. R. Köksal Özgül (Üye) |
| İZİNLİ | 11. Prof. Dr. Ayşe Lale Doğan (Üye) |
| 3. Prof. Dr. M. Yıldırım Sara (Üye) | İZİNLİ |
| 4. Prof. Dr. Sevda F. Müftüoğlu (Üye) | 12. Doç. Dr. S. Kutay Demirkan (Üye) |
| 5. Prof. Dr. Cenk Sökmenşier (Üye) | İZİNLİ |
| 6. Prof. Dr. Volga Bayrakçı Tunay (Üye) | 13. Prof. Dr. Leyla Dinç (Üye) |
| 7. Prof. Dr. Ali Düzova (Üye) | İZİNLİ |
| 8. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev Turnagöl (Üye) | 14. Prof. Dr. Hatice Doğan Buzoğlu (Üye) |
| | 15. Av. Meltem Onurlu (Üye) |

9. ÖZGEÇMİŞ

PINAR SERDAR EYMİRLİ

İletişim Bilgileri:

E-mail : pinarserdar@hotmail.com
Tel : 0312 305 2280
Adres : Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti
 Anabilim Dalı 06100 Altındağ/ ANKARA

Kişisel Bilgiler:

Doğum Yeri ve Tarihi: Çanakkale/1984

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim:

2002-2007 : Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

1998-2002 : Ordu Fen Lisesi

1995-1998 : Terme Anadolu Lisesi

Sözlü Sunumlar:

1. Didinen, S., **Serdar-Eymirli, P.**, Çınar T., Tulunoğlu, Ö. 3-8 Yaş Arası Çocuklarda Kötü Ağız Alışkanlıkları. 24-26.06.2010. 17. Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi, Bursa, Türkiye.
2. **Serdar-Eymirli, P.**, Ballıkaya, E., Avcu, N., Tekçiçek, M., Sivri, S. Oral Health Status in Patients with Mucopolysaccharidoses. 2-5.06.2016. 13th Congress of the European Academy of Paediatric Dentistry, Belgrade, Serbia.

Posterler:

1. **Serdar-Eymirli, P.**, Çehreli, Z.C. Revitalisation Of A Previously Traumatized Root-Filled Incisor. 16-19.09.2015. 17th Biennial ESE Congress, Barcelona, Spain.
2. **Serdar-Eymirli, P.**, Çehreli, Z.C. Regenerative Endodontic Treatment of an Immature Molar Medicated with Triple Antibiotic Paste. 26-29.05.2016. Türk Endodonti Derneği 13. Uluslararası Bilimsel Kongresi, Kapadokya, Ankara.

Projeler:

1. Turgut, M.D., **Serdar-Eymirli, P.** ER CR YSGG lazer ve farklı remineralizsyon ajanlarının süt dişi minesinin rge karşı direncini artırmadaki etkilerinin incelenmesi.