

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SODYUM-TRİ-METAFOFATLA MUAMELE EDİLMİŞ  
YUMURTA KABUK VE ZAR TOZU İÇEREN VERNİK VE  
BİYOAKTİF CAM VERNİĞİN EROZYONU ÖNLEMEDEKİ  
ETKİNLİKLERİNİN FLOR VERNİK İLE KARŞILAŞTIRILMASI:  
*IN VITRO*

Hande Yalçınkaya Cengiz

Uzmanlık tezi

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

Danışman  
Prof. Dr. Hayriye Esra Ülker

KONYA-2023

T.C.  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SODYUM-TRİ-METAFOSFATLA MUAMELE EDİLMİŞ YUMURTA KABUK  
VE ZAR TOZU İÇEREN VERNİK VE BİYOAKTİF CAM VERNİĞİN  
EROZYONU ÖNLEMEDEKİ ETKİNLİKLERİNİN FLOR VERNİK İLE  
KARŞILAŞTIRILMASI: *IN VITRO*

Hande Yalçınkaya Cengiz

Uzmanlık tezi

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

Danışman  
Prof. Dr. Hayriye Esra Ülker

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 21132113 proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA-2023

## ÖNSÖZ

Diş hekimliği mesleğindeki basamaklardan biri olan uzmanlık eğitimini bu tez çalışması ile tamamlamış bulunmaktayım.

Uzmanlık eğitimim süresince bana yol gösteren, birikimlerini benimle paylaşan, sabır ve anlayışla bana destek olan tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Hayriye Esra ÜLKER'e

Uzmanlık eğitimim boyunca destek ve yardımlarını esirgemeyen hocalarım Sayın Prof. Dr. Nimet ÜNLÜ, Prof. Dr. Ali Rıza ÇETİN, Prof. Dr. Nevin ÇOBANOĞLU ve Dr. Öğr. Üy. Merve GÜRSES'e,

Katkılarından dolayı sayın hocalarım Prof. Dr. Ercan Durmuş ve Prof. Dr. İlhami Çelik'e

Uzmanlık eğitimim boyunca sevincimi, üzüntümü paylaşan her daim yanımda olan sevgili arkadaşlarım Uzm. Dt. Elçim ÇOBAN, Dt. Ezgihan ÖZEN, Dt. İrem KAYA, Dt. Elif Reyhan DURAK, Uzm. Dt. Ahmet EROL ve Dt. Ali ÖZKAN'a ve birlikte çalıştığımız tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma ve bölümümüzün bütün personeline,

FTIR çalışma sürecinde bilgilerini paylaşan ve yardımlarını esirgemeyen Mehmet Ali TOPÇU'ya

Uzmanlık eğitimim boyunca desteğini esirgemeyen, her daim sabırla yanımda olan sevgili eşim Ziya Ozan CENGİZ'e

Tüm yaşamım boyunca benim arkamda olan, varlıklarıyla bana huzur veren, benden sonsuz sevgi ve desteklerini esirgemeyen ve bugünlere gelmem için bana her türlü imkânı sağlayan çok değerli annem Esin YALÇINKAYA ve babam Ömer YALÇINKAYA'ya, babaannem Ayser YALÇINKAYA ve kardeşim Nuri YALÇINKAYA'ya çalışmalarım süresince bana gösterdiği, sabır ve anlayış için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

<b>SİMGELER VE AÇIKLAMALAR</b> .....	<b>v</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>viii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>ix</b>
<b>1.GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1.Diş Erozyon Süreci.....	3
<b>1.1.1. Diş Dokuları</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1.2. Dental Mineral Kimyası</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1.3.Diş Yüzeyinin Erozyonu</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1.4. Eroziv Demineralizasyonu Kontrol Eden Faktörler</b> .....	<b>5</b>
<b>1.1.5. In Vivo Erozyon: Tükürüğün Rolü</b> .....	<b>7</b>
1.2 Eroziv Aşınma .....	8
<b>1.2.1. Mine</b> .....	<b>8</b>
<b>1.2.2. Dentin</b> .....	<b>8</b>
<b>1.2.3 Eroziv Aşınmanın Klinik Belirtileri</b> .....	<b>9</b>
<b>1.2.4 Davranışsal Faktörler</b> .....	<b>9</b>
1.3.Diş Erozyonunun İçsel Nedenleri: .....	10
<b>1.3.1 Etiyoloji</b> .....	<b>10</b>
1.4.Diş Erozyonunun Dışsal Nedenleri .....	15
<b>1.4.1. Diyet</b> .....	<b>15</b>
<b>1.4.2. İlaçlar</b> .....	<b>20</b>
<b>1.4.3. Ağız Bakım Ürünleri</b> .....	<b>23</b>
<b>1.4.4. Çevresel (Mesleki) Faktörler</b> .....	<b>25</b>
<b>1.4.5. Davranışsal/Yaşam Tarzı Faktörleri</b> .....	<b>27</b>
1.5.Diş Erozyonunun Önlenmesi ve Kontrolü: Hasta Öz Bakımı.....	29

1.5.1. Diş Macunları.....	30
1.5.2. Recaldent (CPP-ACP) Teknolojisi İçeren Macun/Krem Kullanımı	30
1.5.3. Ağız Gargarası Kullanımı .....	31
1.5.4. Proteaz İnhibitörleri İçeren Ağız Gargarası Kullanımı.....	31
1.6. Diş Erozyonunun Önlenmesi ve Kontrolü: Profesyonel Klinik Bakım .....	31
1.6.1. Demineralize Diş Yüzeyleri İçin Remineralizasyon Yöntemleri .	32
1.6.2. Profesyonel Olarak Uygulanan Florürler.....	33
1.6.3. Profesyonel Olarak Uygulanan Kalsiyum İçeren Ürünler.....	34
1.6.4. Diş Yüzey Koruması (Profilaktik Kaplamalar) .....	37
1.7. Erozyonun Değerlendirilmesi.....	38
1.7.1. Yüzey Mikrosertlik ölçümü .....	38
1.7.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM).....	39
1.7.3. Zayıflatılmış toplam yansıma Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi (ATR-FTIR).....	40
2. GEREÇ VE YÖNTEM .....	43
2.1. Mine örneklerinin hazırlanması.....	45
2.2. Yapay Tükürük hazırlanması .....	46
2.3. Vernik tedavisi .....	47
2.4. Demineralizasyon ve remineralizasyon döngüleri .....	47
2.4.1. Asitli ilaç döngüsü.....	48
2.4.2. Asitli içecek döngüsü.....	48
2.5. SEM analizi .....	49
2.6. Zayıflatılmış Toplam Yansıma Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi (ATR-FTIR).....	51
2.7. Mikrosertlik Analizi .....	52
2.8. İstatistiksel analiz .....	54
3. BULGULAR.....	55

3.1. SEM BULGULARI.....	55
<b>3.1.1.Sağlam Mine SEM Görüntüsü.....</b>	<b>55</b>
<b>3.1.2. Flor Vernik ve Asitli Şurup Grubu .....</b>	<b>56</b>
<b>3.1.3. Biyoaktif Cam Vernik ve Asitli Şurup Grubu .....</b>	<b>57</b>
<b>3.1.4. YKZT Vernik ve Asitli Şurup Grubu .....</b>	<b>58</b>
<b>3.1.5. Flor Vernik ve Asitli İçecek Grubu .....</b>	<b>59</b>
<b>3.1.6. Biyoaktif Cam Vernik ve Asitli İçecek Grubu .....</b>	<b>60</b>
<b>3.1.7. YKZT Vernik ve Asitli İçecek Grubu .....</b>	<b>61</b>
3.2. ATR-FTIR Bulgular .....	62
<b>3.2.1. CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> ve PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> Pik Spektrumları.....</b>	<b>62</b>
<b>3.2.2. v<sub>2</sub> Karbonat, v<sub>1</sub>, v<sub>3</sub> Fosfat, B-Tipi v<sub>1</sub> Karbonat, v<sub>1</sub> Fosfat , A Tipi v<sub>3</sub> Karbonat Bant Alanları .....</b>	<b>69</b>
<b>3.2.3. Karbonat/Fosfat oranları .....</b>	<b>72</b>
3.3. Mikrosertlik Bulgular .....	73
4.TARTIŞMA .....	75
5.SONUÇ VE ÖNERİLER .....	91
6.KAYNAKÇA.....	93
7.EKLER.....	118
EK A:Etik Kurul Raporu .....	118
EK B : Turnitin Raporu .....	120
8.ÖZGEÇMİŞ .....	121

## SİMGELER VE AÇIKLAMALAR

AFM	: Atomik Kuvvet Mikroskobu
AmF	: Amin Florür
ANOVA	: Değişken Analizi
APF	: Asidüle Fosfat Florür
ATR	: Azaltılmış Toplam Yansıma
BAG	: Biyoaktif Cam Vernik
Ca <sup>+2</sup>	: Kalsiyum
CaCO <sub>3</sub>	: Kalsiyum Karbonat
CaCl <sub>2</sub>	: Kalsiyum Klorit
Ca <sub>10</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> (OH) <sub>2</sub>	: Hidroksiapatit
CaF <sub>2</sub>	: Kalsiyum Florür
CLSM	: Konfokal Lazer Taramalı Mikroskop
Cm	: Santimetre
cm <sup>-1</sup>	: 1/ dalga boyu (1/λ)
CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	: Karbonat
CPP-ACP	: Kazein Fosfo Peptit-Amorf Kalsiyum Fosfat)
EDX-EDS	: Enerji Dağılımı X-ışını Spektroskopisi
FTIR	: Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopi
FV	: Flor Vernik
GIC	: Cam İyonomer Siman
GÖRH	: Gastroözofageal Reflü Hastalığı
Gr	: Gram
H <sup>+</sup>	: Hidrojen İyonu
IR	: İnfared

KCL	: Potasyum klorür
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	: Potasyum hidroksit
L	: Litre
MikroCT	: Bilgisayarlı Mikro Tomografi
Mg	: Miligram
MgCl <sub>2</sub>	: Magnezyum Klorür
Mol	: Moleküler ağırlık birimi
n	:Örnek sayısı
NaF	: SodyumFlorür
NaOH	: Sodyum Hidroksit
Nm	: nanometre
OH <sup>-</sup>	: Hidroksil
Ppm	: Milyonda Bir Birim
pH	:Hidrojen konsantrasyonunun eksi logaritması, hidrojen kuvveti
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	: Fosfat
RDA	: Bağlı Dentin Aşınması
REA	: Bağlı Mine Aşınması
Rpm	: Dakikadaki Devir Sayısı
SEM	: Taramalı Elektron Mikroskobu
SnF <sub>2</sub>	: Kalay florür
STMP	: Sodyum Tri-Metafosfat
TCP	: Trikalsiyum fosfat
TEM	: Taramalı Elektron Mikroskobu
TiF <sub>4</sub>	: Titanyum Florür
TMP	: Trimetafosfat



YKZT	: STMP ile muamele edilmiş Yumurta Kabuk ve Zar Tozu içeren Vernik
VSN	: Vickers Sertlik Numarası
$\alpha$	:Alfa
%	: Yüzde
$^{\circ}\text{C}$	: Santigrad Derece
$\mu\text{m}$	: mikrometre



# ÖZET

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

## SODYUM-TRİ-METAFOSFATLA MUAMELE EDİLMİŞ YUMURTA KABUK VE ZAR TOZU İÇEREN VERNİK VE BİYOAKTİF CAM VERNİĞİN EROZYONU ÖNLEMEDEKİ ETKİNLİKLERİNİN FLOR VERNİK İLE KARŞILAŞTIRILMASI: *IN VITRO*

Hande Yalçınkaya Cengiz

Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı

UZMANLIK TEZİ / KONYA-2023

Bu in vitro çalışmanın amacı sodyum-tri-metafosfatla muamele edilmiş yumurta kabuk ve zar tozu içeren vernik ve biyoaktif cam verniğin erozyonu önlemedeki etkinliklerinin flor vernik ile karşılaştırılmasıdır.

Erozyon döngüsü için 72 adet molar dişin bukkal yüzünde iki adet pencere oluşturulmuştur. Pencerelerden birine vernik [Flor vernik (FV, Metroberry, Imicryl), STMP ile muamele edilmiş yumurta kabuk ve zar tozu içeren vernik (YKZT, Bio Viera, Imicryl) ve biyoaktif cam vernik (BAG, Polimo, Imicryl)] uygulanırken diğer pencere kontrol olarak kullanıldı. Asitli şurup (Atarax) günde 3 kez, asitli içecek (Coca-Cola) günde 4 kez olacak şekilde 5 gün boyunca erozyon döngüsü uygulandı. Örneklerin yüzey özellikleri incelemek için SEM (Taramalı Elektron Mikroskopu) görüntüleri alındı (n=1). Numunelerin ATR-FTIR cihazı (Fourier Dönüştümlü Kızılötesi Spektroskopisi) ile  $CO_3^{-2}$  ve  $PO_4^{-3}$  pik spektrumları, karbonat ve fosfat bant alanları ve Karbonat ( $CO_3^{-2}$ )/Fosfat ( $PO_4^{-3}$ ) oranları tespit edildi (n=6). Yüzey mikrosertliği Vicker's sertlik test cihazı ile ölçüldü (n=5). Veriler tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ve Post-Hoc Tukey testi ile analiz edildi.

Elde edilen SEM görüntülerinde verniklerin koruyucu etkileri gözlemlendi. Gruplar arası karşılaştırmada FV ile YKZT grupları arasında  $875\text{ cm}^{-1}$   $v_2$   $CO_3^{-2}$  pik spektrumu ve mikro sertlik değerleri arasında farklılık tespit edildi ( $p<0.05$ ). Diğer parametrelerde gruplar arası farklılık görülmedi ( $p>0.05$ ). Asitli şurup ve içecek ile demineralize edilmiş vernik gruplarında  $CO_3^{-2}$  ve  $PO_4^{-3}$  pik spektrumları kendi kontrolleri ile arasında bir farklılık gözlenmedi ( $p>0.05$ ). Asitli şurup ve içecek ile demineralize edilmiş vernik gruplarında sadece Karbonat  $v_2$  bandında FV ve FV-K arasında bir farklılık bulundu ( $p<0.05$ ). Diğer bant alanları ve  $CO_3^{-2}/PO_4^{-3}$  oranları erozyona karşı vernik alanları ile kontrol alanları benzer bulgular sergiledi ( $p>0.05$ ). Mikrosertlik analizlerine göre asitli şurup ile

demineralize BAG grubu ve asitli içecek ile demineralize edilmiş FV grubu kontrolü ile benzer bulundu ( $p>0.05$ ). Diğer gruplar kontrolden farklı idi ( $p<0.05$ ).

Çalışmamızda test edilen STMP ile muamele edilmiş yumurta kabuk ve zar tozu içeren vernikler ve Biyoaktif cam vernikler erozyona karşı flor verniklerle benzer koruyucu etki göstermiştir. Araştırılan verniklerin günümüzde önemi gitgide artan koruyucu diş hekimliğinin en çok üzerinde durduğu konulardan birisi olan asit erozyonuna karşı flor verniklere alternatif olarak kullanılabileceğini gösterilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Erozyon, pH, remineralizasyon, demineralizasyon, flor, biyoaktif vernik



## **SUMMARY**

REPUBLIC of TURKEY

SELÇUK UNIVERSITY

Department of Restorative Dentistry

### **COMPARISON OF THE EFFICIENCY OF VARNISH AND BIOACTIVE GLASS VARNISH WITH SODIUM-TRI-METPHOSPHATE TREATED EGG SHELL AND MEAL POWDER WITH FLUOR VARNISH: IN VITRO**

**Hande Yalcinkaya Cengiz**

**Department of Restorative Dentistry**

The aim of this in vitro study is to compare the effectiveness of sodium-tri-metaphosphate treated varnish containing egg shell and membrane powder and bioactive glass varnish with fluorine varnish in preventing erosion.

Two windows were created on the buccal face of 72 molars for the erosion cycle. One of the windows is varnished [Fluor varnish (FV, Metroberry, Imicryl), STMP treated egg shell and membrane powder varnish (ESPV, Bio Viera, Imicryl) and bioactive glass varnish (BAG, Polimo, Imicryl)] while the other window was used as a control. Erosion cycle was applied for 5 days with acidic syrup (Atarax) 3 times a day and acidic drink (Coca-Cola) 4 times a day. SEM (Scanning Electron Microscopy) images were taken to examine the surface properties of the samples (n=1).  $\text{CO}_3^{-2}$  and  $\text{PO}_4^{-3}$  peak spectra, carbonate and phosphate band areas and Carbonate ( $\text{CO}_3^{-2}$ )/Phosphate ( $\text{PO}_4^{-3}$ ) ratios of the samples were determined by ATR-FTIR device (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) (n=6). Surface microhardness was measured with Vicker's hardness tester (n=5). Data were analyzed with one-way analysis of variance (one-way ANOVA) and Post-Hoc Tukey test.

The protective effects of the varnishes were observed in the obtained SEM images. In the comparison between the groups, a difference was found between the FV and ESPV groups in terms of  $875\text{ cm}^{-1}$   $\nu_2$   $\text{CO}_3^{-2}$  peak spectrum and microhardness values ( $p<0.05$ ). There was no difference between the groups in other parameters ( $p>0.05$ ). No difference was observed between the  $\text{CO}_3^{-2}$  and  $\text{PO}_4^{-3}$  peak spectra in the varnish groups demineralized with acidic syrup and beverage and their controls ( $p>0.05$ ). A difference was found between FV and FV-K only in the Carbonate  $\nu_2$  band in the acidic syrup and beverage demineralized varnish groups ( $p<0.05$ ). Other band areas and  $\text{CO}_3^{-2}/\text{PO}_4^{-3}$  ratios showed similar findings against erosion varnish areas and control areas ( $p>0.05$ ). According to microhardness analysis, BAG group demineralized with acidic syrup and FV group demineralized

with acidic beverage were similar to control ( $p>0.05$ ). Other groups were different from the control ( $p<0.05$ ).

The varnishes and Bioactive glass varnishes tested in our study containing STMP-treated eggshell and membrane powder showed a similar protective effect against erosion with fluoride varnishes. It has been shown that the investigated varnishes can be used as an alternative to fluoride varnishes against acid erosion, which is one of the most emphasized issues in preventive dentistry, whose importance is increasing day by day.

**Keywords:** Erosion, pH, remineralization, demineralization, fluoride, bioactive varnish



## 1.GİRİŞ

Diş erozyonu, bakteri içermeyen kimyasal işlemlerle diş sert dokularının kaybı olarak tanımlanan çok faktörlü bir durumdur. (Lussi ve ark 2000, Lussi ve ark 2012). Olası risk faktörlerini teşhis etmek, önleyici tedbirlerin başlayabilmesi için esastır (Lussi 2006).

Son yıllarda yaşam tarzlarının ve şartlarının değişmesiyle asitli yiyecek ve içecek tüketiminin artması erozyon görülme sıklığını artırmıştır (Ganss ve ark 2001, Lussi ve Jaeggi 2006) (Almeida e Silva ve ark 2011) (Gandara ve Truelove 1999).Yapılan çalışmalarda erozyonu önleme ve erozyona karşı dişleri güçlendirme konuları üzerinde durulmuştur (Lussi 2009) (de-Melo ve ark 2011).Sert doku yıkım mekanizmasının başlangıç çürük lezyonlarına benzer olması, bu lezyonların non-invaziv tedavisi amacıyla geliştirilmiş materyaller ile remineralizasyonunu gündeme getirmiştir (Lussi 2009).

Diş erozyonu geri dönüşümsüz olduğundan koruyucu tedaviler son derecede önemlidir. Flor dişlerde koruyucu uygulamaların en önemli etken maddesi olan halojen grubundan bir elementtir. Asitlere karşı dişleri güçlendirme özelliğini minerin geçirgenliğini azaltarak gerçekleştirdiği bilinmektedir (Magalhães ve ark 2011) (Chersoni ve ark 2011). Başlıca florid uygulamaları; solüsyonlar, jeller, vernikler, florlu diş macunları, ağız gargaralarıdır.

Fakat florid kullanımı ile ilgili dikkat edilmesi gereken noktalar mevcuttur. Günümüzde sadece doğal kaynaklardan alınan floridin yanında sistemik ve topikal olarak uygulanan florid uygulamalarının yaygınlaşmasıyla dental fluorozis görülme sıklığında artış gözlenmiştir (Whitford ve Ekstrand 1990). Florid gerekli günlük dozun üzerinde alındığında, alınan dozun miktarına göre vücutta çeşitli sistemik etkilere neden olur. Bunlardan en çok gözlenen etkisi dental florozistir. Doğal içme suyu ve kaynaklarında florid konsantrasyonu günlük optimal dozun üstüne çıktığı bölgelerde yaşayan bireylerde “Endemik Fluorozis” gözlenebilmektedir (Møller 1982). Bireyde sistemik açıdan risk oluşturmayan ve diş çürüklerine karşı koruyucu etki sağlayan günlük florid dozu, Dünya Sağlık Örgütü (WHO)’nün 1994’te yaptığı açıklamada 0.5-1 mg/lt olarak belirlenmiştir(Angelillo ve ark 1999).

Özellikle bebeklik ve çocukluk döneminde, gelişen dişlerin yapısına floridin fazla miktarda alınması ile florozis gözlenmektedir (Larsen ve ark 1985). Floridin tek seferde ve yüksek dozda alınımı ile “akut florid toksisitesi”ne, optimal dozdan fazla olacak şekilde ve uzun süreli alınmasıyla ile de “kronik florid toksisitesi” gözlenir (Mellberg ve Ripa 1983).

Floridin diş çürüklerine karşı olumlu etkilerinin yanında toksik etkisinin olması kullanım alanlarını ve miktarını kısıtlamaktadır. Diş çürüğünden korunmada en etkili ajan olarak hala florid ön plandadır. Fakat floridin kullanımı ile ilgili son yıllarda giderek artan tartışmalar mevcuttur. Bu nedenle daha güvenli ve en az florid kadar etkili farklı remineralizasyon ajanlarına yönelik çalışmalar hız kazanmıştır (Aren 2014).

Bu çalışmanın amacı, günümüzde önemi gitgide artan koruyucu diş hekimliğinin en çok üzerinde durduğu konulardan birisi olan asit erozyonuna flor verniklere alternatif günümüzde yeni geliştirilmiş materyallerin etkinliğinin araştırılmasıdır.

Diş erozyonunun dışsal nedeni asitli içeceklerin aşırı tüketimidir (ten Gate ve Imfeld 1996, Dugmore ve Rock 2004). Obezite ve diyabet gibi sorunların yanında, yüksek glikozlu ve asitli içeceklerin aşırı tüketimi diş erozyonu prevalansında artışa neden olabilir. Diş erozyonunun bir diğer nedeni, kusma veya reflü sırasında dişlerin mide asidiyle temasıdır. Anoreksiya nervoza, bulimia, gastrointestinal bozu görülmektedir (Smith ve Knight 1984). Son yıllarda, gastroözofageal reflü hastalığı (GÖRH), dental erozyonun önemli bir ağırlaştırıcı faktörü olarak kluklar, alkolizm ve gebelik gibi durumlarda kusma ve reflü oldukça sık tanımlanmıştır. Diş erozyonu artık GÖRH ile epidemiyolojik bir ilişkisi kurulmuş komorbid bir sendrom olarak kabul edilmektedir (Pace ve ark 2008). Çalışma ortamında aside maruz kalan kişilerde diş erozyonu gelişmesi beklenebilir. Bu tür işyerlerine örnek olarak maden, pil, kimya, kalay, boya, gübre ve ayrıca metal endüstrilerindeki meslekler verilebilir(Edeer 2010). Şarap tadımcıları günde birçok tadım yapar ve bu nedenle şarapta sitrik asit ve tartarik asit gibi organik asitlere yüksek oranda maruz kalırlar(Mandel 2005).

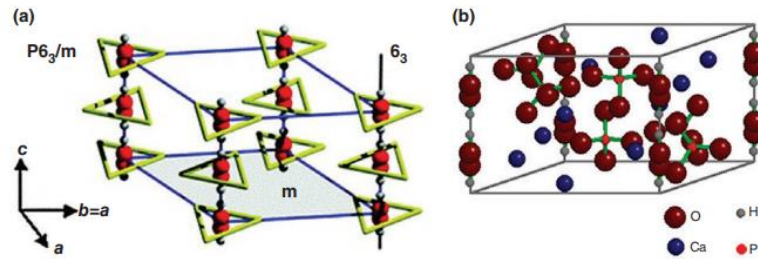
## 1.1.Diş Erozyon Süreci

### 1.1.1. Diş Dokuları

Mine ve dentin, organik bir matris içerisinde mineral ve suyun da bulunduğu kompozit malzemelerdir. Her dokunun mekanik özelliklerini, üç bileşenin bulunma oranları ve bunların yapısal organizasyonu belirler. Erozyon gelişiminde önemli olan ilk olarak gözenek yapısı ve ikinci olarak mineral kristallerinin boyutu ve şeklidir. Diş dokusu içinde bulunan su, çözülmüş maddelerin dokuya yayılmasını sağlayan ortamdır, bu nedenle doku içindeki gözeneklerin dağılımı ve toplam su içeriği (porozite) asit penetrasyonunu etkiler(Shellis 2000).

### 1.1.2. Dental Mineral Kimyası

Dental mineraller, saf haliyle  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  formülüne sahip olan, hidroksiapatit olarak bilinen, az çözünür kalsiyum fosfat formlarıdır (Şekil 2.2.1.). Diş dokularında mineral, hidroksiapatit yapısında iyonların yerini alan karbonat, magnezyum ve sodyum gibi bir dizi saf olmayan iyon içerir. Bu, kristal yapısını bozan ve dolayısıyla minerali kimyasal olarak daha az kararlı, başka bir deyişle daha fazla çözünür hale getiren kristal kafeste daha az stabil olmasına neden olur (Lussi ve ark 2012).



Şekil 2.2.1. Hidroksiapatitin (HAp) moleküler yapısı: (a) P6<sub>3</sub> simetrisi ile hesaplamalı modellenmiş altıgen kristal yapı. Kalsiyum iyonları, her bir hidroksil grubu (kırmızı) etrafındaki üçgenlerin köşelerindedir. (Ref 99'un izniyle yeniden basılmıştır. Telif hakkı 2010 Royal Society of Chemistry. (b) Birim hücre perspektifi. (Ref 100'un izniyle yeniden basılmıştır. Copyright 2007 Elsevier)

### 1.1.3.Diş Yüzeyinin Erozyonu

Aşındırıcı bir solüsyon dişle temas ettiğinde yüzey çözülmeye başlar. Aynı zamanda asit dokuya difüze olur ve yüzeyin altındaki dokuda mineral kaybına neden olur (Lussi ve ark 2011).



- Mine

Mine dokusunun yüksek mineral oranı dokunun sertliğinden sorumludur. Kristallerin kabaca altıgen kesitleri vardır ve kristaller ortalama olarak 25 nm kalınlığında ve 70 nm genişlikindedir(Derise ve ark 1974). En büyük gözenekler, kristal oryantasyonunda toplam gözenekliliğin sadece yaklaşık olarak %0,3'ünü oluşturan rod sınırlarında bulunur. Gözeneklerin küçük bir kısmı minenin kalan kristalleri arasında dağılmıştır. Mine hacminin yaklaşık olarak %75'ini oluşturan rodlarda, kristaller çok sıkı bir şekilde dizilir, böylece gözenekler çok küçüktür ve çoğu zaman erişilemez (Shellis 2000). Rodlar arası bölgelerde, gözeneklilik biraz daha fazladır.

Asit, kristaller arasındaki dar gözeneklere difüze olur ve kısmi mineral kaybı, artan gözeneklilik ve minenin dış tabakasının mekanik mukavemetinde azalma ile sonuçlanır, bu nedenle "yumuşatılmış tabaka" olarak adlandırılır(Lussi ve ark 2011). Mine içerisindeki gözenekler kısmi mineral kaybindan sonra bile, hala aşırı derecede dardır, bu nedenle asidik çözelti, mine mineraline göre doymuş hale gelmeden önce yalnızca kısa bir mesafe içeri doğru difüze olabilir ve böylece aşındırıcı kapasitesini kaybeder. Sonuç olarak, ortalama bir asit atağında birkaç mikrometreden daha kalın olmayan yumuşatılmış tabaka oluşmaktadır(Lussi ve ark 2011).

Ağız içi ölçümler, erosiv bir içecek tüketiminin dış yüzeylerindeki pH'ın birkaç dakika düşmesine neden olduğunu göstermektedir (Millward ve ark 1997). Kısa süreli bir asit atağının mine yüzeyinin kaybına neden olması pek mümkün değildir. Uzun süreli erozyondan veya tekrarlanan ataklardan sonra, minenin dış yüzeyi tamamen demineralize olur ve yüzey profilinin kaybına neden olur. Asitli yiyeceklerin dişlerle temas süresi içeceklerden daha uzun olacağından ve çiğnemenin etkisi demineralizasyonunu hızlandırıcı etki gösterebileceğinden daha fazla erozyona neden olabilir(Shellis ve ark 2010).

- Dentin

Dentin, dokunun yaklaşık %30'unun organik matristen oluşması ve bunun yaklaşık %90'ının fibröz, çözünmeyen proteinden oluşan kollajen olması bakımından mineden farklıdır. Geri kalan kısım çeşitli protein ve karbohidratlardan ve az miktarda lipidden oluşur. Dentinogenez sırasında, kristallerin çoğu kollajen lifleri içinde biriktirilir. Lifler içindeki kristallerin oranı %25 ile %80 arasındadır (Shellis ve ark 2014). Genel gözenekliliğin (hacimce yaklaşık %21'i) yaklaşık %6.5'i pulpaya

uzanan t b llerle iliŐkildir. Tübüller pulpaya yakın bölgelerde daha geniş hacime sahiptir(Shellis 2015).

Dentin erozyonu farklı bir model izler (Lussi ve ark 2011). Erozyon minede yüzeyde bir kayıp oluŐtururken, dentinde geriye demineralize kollajen matris tabakası bırakır (Ganss ve ark 2007). Aside maruz kalmanın devam etmesiyle, bu tabaka kalınlaŐır. Bu kollojen matris tabakası, yüzey ile demineralizasyon cephesi arasında asidin ie difüzyonunun ve mineral son ürünlerinin dıŐa difüzyonunun yavaŐlamasına neden olur böylece demineralizasyon hızı, erozyon ilerledikçe yavaşlar (Shellis ve ark 2010). Dentin kristalleri çözünürlükleri ve küçük boyutları nedeniyle kısa mesafede tamamen çözülür, etkilenmemiŐ dentin ile demineralize dış tabaka arasında sadece kısmen demineralize olmuŐ dentin bölgesi kalır.

Kollajenin difüzyonu önleyecek olan kristallerin, intrafibriler mineralin interfibriler mineralden daha yavaş  z nd ğ ne dair kanıtlar vardır (Selvig 1968), (Balooch ve ark 2008). Bununla birlikte, aŐınmiŐ matriks tamamen demineralize olur ve alttaki etkilenmemiŐ dentin ile nispeten keskin bir sınırı vardır (Selvig 1968). Yüzeydeki demineralize dentin nihayetinde abrazyon ve muhtemelen enzimatik hidroliz ile uzaklaŐtırılır, ancak oldukça dayanıklıdır ve bu nedenle bir süre devam eder (Lussi ve ark 2011).

Hem yüzeyde hem de sağlam dentin ile demineralize yüzey tabakası arasındaki arayüzde gözlenen bir dizi atak önce peritübüler dentine, ardından intertübüler dentine saldırır. Dentin minerali mine mineralinden daha fazla çözünür, bu nedenle teorik olarak erozyona daha duyarlı olmalıdır. Ancak pratikte nispi oran pH ile deėiŐir. pH'nın 3'ten küçük olduğu zaman minede erozyon daha hızlı olma eğilimindedir (Shellis ve ark 2010).

#### **1.1.4. Eroziv Demineralizasyonu Kontrol Eden Faktörler**

##### **1. Kimyasal Faktörler**

Erozyon hızı, aşındırıcı çözeltinin çeşitli kimyasal özelliklerinden etkilenir. Bir katının bir çözelti içinde çözülmesi için temel gereksinim, çözeltinin yeterince doymamıŐ olmasıdır. DoymamıŐ  r nlerin çoğu mineyi aŐındırırken, doymuş veya aşırı doymuş ürünler aşındırıcı değildir (Featherstone ve Lussi 2006). Kalsiyum konsantrasyonunun fosfat konsantrasyonundan çok daha yüksek olduğu yetersiz

doymun çözeltilerde de çözünme azalma veya hatta ortadan kalkma eğilimindedir(Barbour ve ark 2003).

Mineye karşı eroziv potansiyeli etkileyen faktörlerden en önemlileri pH ve tamponlama kapasitesidir. Laboratuvar deneyleri, mine erozyonunun yaklaşık 2.5 pH'da çok hızlı olduğunu, ancak pH 5-5.5'te aşırı derecede yavaş olana kadar pH arttıkça yavaşladığını ve ölçülmesinin zorlaştığını göstermektedir (Davis ve PJ 1980, Larsen ve Nyvad 1999).

Tamponlama önemlidir, çünkü mine erozyonu sırasında mineralin çözünmesi yüzeye yakın dokuda gerçekleşir. Diş mineralinin çözünmesi H<sup>+</sup> iyonlarını tüketir, bu da pH'ın yükselmesine neden olur. Çözünmenin gerçekleştiği gözeneklerde, mineralin yüzey alanı arasındaki çok büyük oran ve gözeneklerdeki sıvının çok küçük hacmi nedeniyle pH hızla yükselebilir. Bu nedenle, çözelti pH'daki değişikliğe direnemezse, yani yetersiz tamponlanırsa, mineral kısa sürede çözünmeyi durduracaktır (Gray 1966, Featherstone ve Rodgers 1981).

Literatür, dentin erozyon oranının pH veya tamponlamaya mineden daha az duyarlı olduğunu göstermektedir(Shellis ve ark 2010). Demineralize kollajenin yüzey tabakasının varlığından kaynaklanmaktadır. Dentin mineralinin çoğunlukla (%80) matriks kollajen lifleri içinde olması nedeniyle asit difüzyonu engellenir(Shellis ve ark 2010). Oluşturulan modellerde erozyonda önemli görünen faktör florür konsantrasyonudur. Hidroksiapatit kristallerini çevreleyen bir asit solüsyonunda F-iyonlarının varlığı çözünme hızını azaltır (Shellis ve ark 2010).

Asidik çözeltilere kalsiyum ve fosfat ilavesinin aşındırıcı potansiyeli azaltabileceği bazı çalışmalarda gösterilmiştir(Hughes ve ark 1999, Barbour ve ark 2003). Fosfatın aşındırıcı potansiyel üzerinde bir etkisi, teorik temellerde olası görünmemektedir, çünkü mineral çözünürlüğünde doğrudan yer alan fosfat iyonunun konsantrasyonu (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) düşük pH'ta ihmal edilebilir(Lussi ve ark 2012).

## 2. Fiziksel Faktörler

Kimyasal faktörlerin yanı sıra, erozyon hızı iki fiziksel faktörden güçlü bir şekilde etkilenir; sıcaklık ve sıvı hareketi gibi. Sıcaklık çoğu kimyasal reaksiyonun hızını etkilediği gibi erozyon hızını da etkiler. Çalışmalar, hem erken erozyonun

(sertliğin azalması ile ölçülen) hem de sonraki erozyonun (yüzey kaybı) 4-75 °C aralığında arttığını göstermektedir (Amaechi ve ark 1999, Barbour ve ark 2006).

Akışkan hareketi, kimyasal reaksiyona katılan reaktiflerin sürekli olarak yenilenmesini sağlar, böylece reaksiyon yavaşlamaz. Mine erozyonu düşük akış hızlarında hızla artar ve daha sonra artış hızı yavaşlar (Shellis ve ark 2005), buna karşın dentin erozyonu akış hızıyla kademeli olarak artar (Wiegand ve ark 2007).

#### **1.1.5. In Vivo Erozyon: Tükürüğün Rolü**

In vivo olarak, aşındırıcı sıvının tükürük ile seyreltilmesi ve tükürük tamponlarının neden olduğu pH artışı yoluyla erozyon önemli ölçüde azaltılır. Bu etkiler, tükürük akışının uyarılması ve asidik ürünlerin yutulmasıyla ortaya çıkan artan tampon kapasitesi ile arttırılır. Diş yüzeylerindeki pH ölçümleri, tükürük ile seyreltme ve tamponlamanın, aşındırıcı bir tehdidi birkaç dakika ile etkili bir şekilde sınırladığını göstermektedir (Millward ve ark 1997). Tükürükteki düşük akış hızı ve tamponlama kapasitesi yetersizliği, çeşitli çalışmalarda erozyon için risk faktörleri olarak tanımlanmıştır (Järvinen ve ark 1991, Zwiier ve ark 2013).

Seyreltme ve tamponlama etkilerinden sonra muhtemelen tükürüğün en önemli rolü açıkta kalan diş yüzeylerinde koruyucu pelikül oluşumudur. Tükürük pelikülü, diş yüzeyine sıkıca adsorbe edilen ve alttaki sert dokunun asitler tarafından demineralizasyonunu engellediği çok sayıda çalışmada gösterilen, esas olarak protein ve lipidden oluşan ince bir film tabakasıdır. Diş yüzeyinden başlayarak, 10-20 nm kalınlığında yoğun bir organik film olarak 1 dakikalık intra-oral maruziyetten sonra bile pelikül görülebilir (Hannig 1999). Daimi dişlerde, 60-90 dakika sonra maksimum kalınlığa ulaşır (Hannig 1999) ve daha sonra dokuda daha yoğun hale gelir (Lie 1977).

Çalışmalar, diş dokularının tükürük pelikülü ile kaplanması durumunda önlenmese de demineralizasyonunun azaldığını göstermiştir (Siqueira ve ark 2012). Hem minede hem de dentinde erozyon azalır, ancak koruyucu etkisi mine için çok daha fazladır (Wiegand ve ark 2008).

Pelikül ile koruma süresiz olarak devam etmez, çünkü asidik atak pelikülün çoğunu ortadan kaldırır (Hannig ve ark 2004). Bu nedenle, pelikül etkisi olsa da diş

yüzeyinin korunması önemli ölçüde azalacak ve ancak yeni bir pelikül oluştuktan sonra tamamen eski haline gelecektir.

## **1.2 Eroziv Aşınma**

### **1.2.1. Mine**

Sanayileşmiş toplumlarda dişlerin düzenli olarak maruz kaldığı aşınmanın ana kaynağı diş macunu ile diş fırçalamadır. Diş fırçalamadan kaynaklanan mine aşınmasının sadece yaklaşık 10 µm/yıl olduğu tahmin edilmektedir(Addy ve Hunter 2003).

Erozyon, yumuşatılmış tabakada minenin aşınmasını daha çok artırır, erozyona ve aşınmaya maruz kaldıktan sonraki aşınma, tek başına erozyon veya aşınmadan daha fazladır (Davis ve PJ 1980). Yumuşamış mine, diş macunu olmadan fırçalamaya ve dil gibi oral yumuşak dokulardan gelen sürtünmeye karşı bile hassastır(Amaechi ve ark 2003, Gregg ve ark 2004).

İçecek tüketimi sonrası aşındırıcılığın ardından, diş fırçalama sırasında yaklaşık 0.25-0.5 µm kaybedilir(Wiegand ve ark 2007, Voronets ve Lussi 2010). Bu, bir yıllık sağlam mine aşınmasının yaklaşık %2,5-5'i kadardır, dolayısıyla büyük bir aşınma direnci kaybı anlamına gelir. Aşınma, yumuşatılmış tabakanın minerallerden arındırılmış dış bölgesinin bir miktarını ortadan kaldırır ve daha dirençli iç bölgeyi geride bırakır (Wiegand ve ark 2007). Fırçalama sırasında uygulanan kuvvet de aşınmayı etkiler. Böylece manuel fırçaya uygulanan kuvvet arttıkça aşınma artarken, elektrikli fırçalar ve sonik fırçalar manuel fırçalara göre daha fazla aşınma oluşturur (Wiegand ve ark 2006, Wiegand ve ark 2007).

### **1.2.2. Dentin**

Erozyondan sonra kalıcı olan demineralize dentin tabakası, çoğunlukla çapraz bağlı, fibröz kollajenden oluşan sert bir materyaldir ve fırçalamaya oldukça dirençli görünmektedir (Ganss ve ark 2007). Bu nedenle, bu tabakanın erozyona karşı bir miktar mekanik koruma sağlaması ve ayrıca bir difüzyon bariyeri görevi görmesi ve böylece eroziv aşınmanın ilerlemesini yavaşlatması mümkündür. Ayrıca bu tabakanın, erozyonu engelleyebilen florür için bir rezervuar görevi görebileceği de görülmektedir (Ganss ve ark 2004). Demineralize dentin sadece aşındırıcı kuvvetlere

değil, aynı zamanda tükürük ve endojen proteolitik enzimlerin etkisine de maruz kalır. Proteazların varlığında matris parçalanmasının hızlandığına dair bazı kanıtlar olmasına rağmen (Schlueter ve ark 2012), etkinin boyutu belirsizdir (Shellis ve ark 2014).

### **1.2.3 Eroziv Aşınmanın Klinik Belirtileri**

Erozyon, diş aşınmasını hızlandırmasının yanı sıra, aşınmanın klinik görünümünü de değiştirir. Erozyon, aşındırıcı asitlere karşı koymak için yeterli tamponlama gücüne sahip plakla kaplı olmayan dişlerin tüm yüzeylerini etkiler. Bu nedenle, tamamen abrasiv bir ortamda aşınmadan etkilenmeyen bukkal/labial ve lingual/palatal yüzeylerde aşınma görülebilir. Bu yüzeyler, perikimata (Johansson ve ark 2012)(Bartlett ve Smith 2000) gibi küçük ölçekli yüzey özelliklerinin kaybı nedeniyle tipik olarak parlak görünür.

Oklüzal yüzeylerde, atrizyon ve abrazyon, bitişik aşınmamış yüzeylerden iyi tanımlanmış açılarla açıkça ayrılmış düz aşınma yüzeyleri üretir. Aşınma yüzeyleri pürüzsüzdür, paralel, ince çizik izleri vardır, oysa aşınma yüzeyleri, çene hareketlerinin karmaşıklığını ve çizik izlerini oluşturan malzemelerin çeşitliliğini yansıtan derinlik ve yönde değişen çizik izleri sunar(Kaidonis 2008). Dentin üzerindeki atrizyon veya abrazyon yüzeyleri, dentin tübül açıklıklarını kapatan ve aşırı duyarlılığı önleyen bir smear tabakası ile kaplanmıştır(Kaidonis 2008). Erozyonla yumuşatılmış yüzeylerde aşınma meydana geldiğinde, oklüzal aşınma yüzeyleri yuvarlak sınırlara ve bitişik diş yüzeyine düzgün bir geçişe sahip olma eğilimindedir(Kaidonis 2008)(Johansson ve ark 2012).

### **1.2.4 Davranışsal Faktörler**

Eroziv aşınmaya sahip çoğu insanda ana risk, dış asitlerden, özellikle meyve sularından ve alkolsüz içeceklerden kaynaklanmaktadır. Bu ürünler bir dizi epidemiyolojik çalışmada erozyon için risk faktörleri olarak tanımlanmıştır(Jarvinen ve ark 1991)(Milosevic ve ark 1997)(Dugmore ve Rock 2004). Yüksek erozyon riski, asidik meyve bileşeni içeren diyet tüketimi ile de ilişkilidir(Ganss ve ark 1999).

İçecek tüketme yönteminin, bir bireyin yaşadığı erozyonu etkilemesi muhtemeldir. İçeceklerin yutmadan önce ağızda tutulması dişlerle temas süresini uzatır(Lussi ve Jaeggi 2006). Pipet kullanımı diş yüzeyleri ile minimum temas

sağlanarak risk azaltılacaktır. Buna karşılık, aynı içeceği, ucu kesici dişlerin önünde olacak şekilde bir pipetten içmek veya içeceği ağız içinde çalkalamak, diş yüzeylerindeki akışı en üst düzeye çıkaracak ve bu nedenle ciddi bir aşındırıcı zorluk yaratacaktır(Lussi ve Jaeggi 2006).

Mide içeriğinin artan regürjitasyon sıklığı, erozyon riskini artırır. En önemli nedenler gastroözofageal reflü bozukluğu ve bulimia gibi yeme bozukluklarıdır(Rytömaa ve ark 1998). Aşırı alkol tüketimi, sık kusma ile ilişkilidir.

Fırçalama sıklığı ve yoğunluğunun erozyonun boyutuyla ilişkili olması beklenebilir. Bununla birlikte, çeşitli çalışmalarda(Bader ve ark 1996) aşınmaya bağlı faktörler ve çürük olmayan servikal lezyonların gelişimi ile ilişkilendirilmiş olsa da , koronal yüzeylerin erozyonu üzerine yapılan birçok çalışmada diş fırçalama ile hiçbir ilişki bulunmamıştır(Milosevic ve ark 1997):(Dugmore ve Rock 2004):(Wiegand ve ark 2006). Yapılan çalışmalar, aşındırıcı ürünlerin tüketilmesinden sonra yaklaşık 30-60 dakika boyunca diş fırçalamadan kaçınılması gerektiği yönünde önerilere yol açmıştır(Jaeggi ve Lussi 1999)' (Attin ve ark 2001):(Ganss ve ark 2007).

### **1.3.Diş Erozyonunun İçsel Nedenleri:**

Endojen asitlerin diş yüzeyleri ile uzun süreli temasıyla diş erozyonu gelişebilir. Endojen asidin ana kaynağı mide tarafından üretilen mide suyudur ve yüksek bir aşındırma potansiyeli sunar (Bartlett ve Coward 2001):(Braga ve ark 2011). Gastroözofageal reflü ve bulimia gibi çeşitli tıbbi ve psikolojik bozukluklar mide suyunun ağız boşluğuna gelmesine neden olabilir. Maksiller anterior dişlerin palatal yüzeylerinin erosiv aşınması klinikte yaygın bir belirtidir. Erozyon ilerledikçe, durum daha yaygınlaşır(Moazzez ve Bartlett 2014) ve bazı durumlarda, tıbbi olarak erken tanı ve uygun müdahale gerekli olabilir(Zero ve Lussi 2000):(Magalhães ve ark 2009).

#### **1.3.1 Etiyoloji**

Ağızda mide suyunun bulunmasıyla ilişkili ana nedenler, tekrarlayan kusma bozuklukları, reflü veya yetersizliklerdir(Bartlett 2006):(Moazzez ve Bartlett 2014):(Scheutzel 1996). Aynı kişide birden fazla bozukluğun ve ayrıca dış kaynaklı asitlerin işlevsel olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır(Zero ve Lussi 2000).

Mide suyu hidroklorik asit(0.04-0.084M),organik asitler, karbonhidratlar, elektrolitler, nitrojen maddeleri, proteinler, vitaminler ve pepsinden oluşur(Stefaniak ve ark 2010) . Mide suyunun pH'sının 1.6-2.9(Bartlett ve Coward 2001)'(Braga ve ark 2011) aralığında olduğu gösterilmiş olsa da, bu değerler mide suyu ağza ulaştığında tükürüğün seyreltici ve tamponlayıcı etkileri nedeniyle artma eğilimindedir(Young ve Tenuta 2011).

- Tekrarlayan Kusma Bozuklukları

Kusma, mide içeriğinin gastrointestinal motor aktivite nedeniyle ağız yoluyla dışarı atılmasıdır (Murray ve Christie 1998). Kusmanın birçok nedeni vardır(Scheutzel 1996) . Taşıt tutması gibi bazı bozukluklar geçici kusma olarak tanımlanırken, değerleri kronik kusma olarak tanımlanabilir(Zero ve Lussi 2000). Sık kusmayı diş erozyonu ile ilişkilendiren birkaç çalışma bulunmaktadır (Hurst ve ark 1977)'(Uhlen ve ark 2014). Tekrarlayan kusma nedenleri didaktik olarak yeme bozuklukları, tıbbi durumlar, psikojenik kusma sendromu, ilaçların yan etkisi, döngüsel kusma sendromu, hamileliğe bağlı kusma ve kronik alkolizm başlıkları altında ayrılabilir.

#### -Yeme Bozuklukları

Yeme bozukluğu, kilo veya vücut şeklinin takıntı haline getirilmesi nedeniyle, yetersiz veya aşırı yeme davranışı olarak tanımlanabilir. Telafi edici davranışla birlikte kişinin sağlığına zarar verecek şekilde ortaya çıkabilir(Winkler ve ark 2014) . Sistematik bir derleme, yeme bozukluğu olan hastaların 12.4 kat daha fazla diş erozyon riski olduğunu göstermiştir(Hermont ve ark 2014). Yeme bozuklukları arasında diş erozyonu ile en yakından ilişkili durum bulimia nervozadır. Bulimia nervoza, tekrarlayan aşırı yeme ataklarını takiben bunu telafi etmeye yönelik kusma gibi davranışlarla karakterizedir. Anoreksiya nervoza diş erozyonu ile ilişkilendirilebilen başka bir yeme bozukluğudur. Anoreksiya nervoza, yetersiz beslenme ve sağlıklı kiloyu koruyamama durumudur. Bu sendromlar genellikle beraber seyreder, yani anoreksiya hastaları da bulimik davranış sergiler ya da bunun tam tersi gözlenebilir(Winkler ve ark 2014)'(Little 2002).

Hem bulimia hem de anoreksia, fiziksel, duygusal, ailesel ve sosyal sorunlar gibi çok faktörlü etiyojolojiye sahip psikopatolojiler olarak kabul edilir(Fairburn ve



Harrison 2003)'(Ritter 2006). En sık olarak Batı toplumlarındaki genç kadınlarda görülürler ve bulimia anoreksiyadan daha yüksek prevalansa sahiptir(Fairburn ve Harrison 2003)'(Hoek ve van Hoeken 2003) .

Anoreksiya nervoza genel olarak ergenlik döneminde kontrolsüz diyet kısıtlaması ile karakterizedir. Bazı durumlarda bu durum geçicidir(Fairburn ve Harrison 2003), ancak diğer durumlarda, süreç kronikleşir ve tam iyileşme oranı %50'den az bulunur(Steinhausen 2002). Anoreksik hastaların, özellikle portakal, limon ve greyfurt gibi çiğ narenciye ve meyve suları gibi "zayıflatıcı yiyecekler" yemeye yatkın oldukları önceden tespit edilmişti. Bu hastalarda, yutma sırasında asidin ilk temas ettiği yüzey olan kesici dişlerin labiyal yüzeylerinde diş erozyonu yaygın olarak görülmüştür (Hurst ve ark 1977) .

Hem anoreksik hem de bulimik hastaların tedavilerinde kullanılan ilaçlar (antidepresanlar,nöroleptikler ve sakinleştiriciler) veya aşırı diüretik kullanımından kaynaklanan elektrolit dengesizliği nedeniyle hiposalivasyon da görülebileceğini belirtmekte fayda var (Hellström 1977)'(Montecchi ve ark 2003)'(Dynesen ve ark 2008)'(Paszynska ve ark 2011). Azalan tükürük akışı diş erozyonu gelişimi riskini önemli ölçüde artırabilir(Järvinen ve ark 1991)'(Young ve ark 2001)'(Borges ve ark 2014).

Bulimik hastalarda kusma ile ilgili dental komplikasyonlar iyi belgelenmiştir. Genel ağız sağlığı ile ilgili olarak, en yaygın bildirilen belirti ve semptomlar parotis büyümesi, tükürük salgısında azalma, ağız kuruluğu ve diş erozyonudur(Bretz 2002). Yapılan çalışmalarda, bulimik hastaların daha düşük uyarılmamış tükürük akış hızlarına sahip olduğunu ve bunların %55'e varan kısmının hiposalivasyon belirtileri göstermiştir(Rytömaa ve ark 1998)'(Dynesen ve ark 2008). Erozyonlu bulimik hastalarda ve kontrollerde enzimatik aktivitenin (istirahat tükürükte proteazlar, kollajenazlar ve pepsin ile uyarılmış tükürükte proteazlar gibi) farklı olduğu gözlenmiştir. Bunun, muhtemelen bu enzimlerin dentinin organik matrisinin bozulmasındaki ve tükürük pelikülünün koruyucu etkisinin zayıflamasındaki etkisinden dolayı, erozyon gelişimine katkıda bulunan bir faktör olabileceği varsayılmıştır(Schlüter ve ark 2012). Blazer ve arkadaşlarının çalışmalarına katılan bulimik hastaların %77'sinin ağız kuruluğu şikayeti olduğunu bildirmiştir (Blazer ve ark 2008). Bulimik hastalarda erozyon, hastalığın süresi, kusma sıklığı ve tükürük

miktarı ile ilişkili görünmektedir(Rytömaa ve ark 1998). 7 yıl boyunca günde ortalama 2.5 kusma epizodu sıklığı diş erozyonunun ortaya çıkmasına zemin hazırlayabilir(Schlüter ve ark 2012). Haftada bir veya daha fazla kusan bireylerin, daha az sıklıkta kusanlara göre 31 kat daha fazla diş erozyonu riskine sahip olduğu bulundu(Jarvinen ve ark 1991). Diğer raporlar, kusma davranışının eşlik ettiği yeme bozukluğu olan hastalarda, bu davranışı olmayan yeme bozukluğu olan hastalara göre 5.5 daha fazla diş erozyonu olduğunu göstermiştir(Johansson ve ark 2012).

Ruminasyon, yakın zamanda alınan gıdaların ağza eforsuz bir şekilde regürjitasyonundan oluşan bir sendromdur(Olden 2001)(Lee ve ark 2007). Bulimia ve anoreksia ile birlikte ruminasyon da bir beslenme ve yeme bozukluğu olarak sınıflandırılır(Delaney ve ark 2015). Ruminasyonun komplikasyonları arasında kilo kaybı, yetersiz beslenme, ağız kokusu ve diş erozyonu yer alır(Moazzez ve Bartlett 2014)(Chial ve ark 2003)(O'Brien ve ark 1995).

Yeme bozukluklarıyla ilişkili sosyal korku nedeniyle, hastaların hastalığı açığa çıkarması genellikle zordur(Valena ve Young 2002). Diş hekimleri düzenli muayene sırasında, hastalığın erken teşhisinde önemli bir rol oynayabilirler(Yagi ve ark 2012).

#### - Kronik Alkolizm

Alkolizm, kompulsif alkol arayışı, kontrolsüz ve aşırı alkol alımı ile karakterize edilen bir nörodavranışsal bozukluktur(Association ve ark 1952). Alkollü içeceğin aşındırıcı potansiyeline bağlı olarak alkol kullanımına bağlı diş erozyonu, hem içsel faktörlerden (kusma ve yetersizlik) hem de dış faktörlerden(Zero ve Lussi 2000) kaynaklanabilir. Robb ve Smith, alkolik hastaların %40'ında maksiller anterior dişlerin palatal yüzeylerinde eroziv diş aşınması bildirmiştir(Robb ve Smith 1990). Eroziv lezyonlar en yaygın olarak anterior dişlerin palatal yüzeylerinde bulundu(Manarte ve ark 2009). Ayrıca aşırı alkol alımının gastroözofageal reflü gibi kronik sorunlara yol açabileceği de bildirilmiştir(Scheutzel 1996)(Smith ve Robb 1989)(Kaltenbach ve ark 2006) ve diş erozyonu oluşumuna daha da yatkın hale gelebilir.

#### - Gebeliğe Bağlı Kusma

Gebeliğe bağlı kusma, gebeliğin erken dönemindeki kadınların %52'sini etkileyebilir(Gadsby ve ark 1993). Bu durumun geçici doğası nedeniyle, genellikle diş erozyonu için risk faktörü olarak görülmez(Scheutzel 1996). Ancak bazı durumlarda kusma uzayabilir veya çoğul gebeliklerde ortaya çıkabilir(Zero ve Lussi 2000). Öte yandan, hamile kadınların yaklaşık %1.5'ini etkilediği bildirilen hiperemesis gravidarum şiddetli ve inatçı bir bulantı şeklidir(Tsang ve ark 1996). Dehidrasyonun oluşumuna bağlı olarak hiposalivasyon da meydana gelebilir ve bu da dental erozyon riskini artırır(Zero ve Lussi 2000).

- Gastroözofageal Reflü Hastalığı (GÖRH)

GÖRH, mide içeriğinin gırtlak, ağız boşluğu gibi yemek borusunun ilerisine geçmesi ile semptomlara ve/veya komplikasyonlara neden olan bir durum olarak tanımlanmıştır(Vakil ve ark 2006)(Kahrilas 2008). Kafein, yağ, sigara, bazı ilaçlar ve mide şişkinliği gibi alt özofagus sfinkter gevşemelerine zemin hazırlayabilen ve reflü ihtimalini artıracak bazı faktörler vardır(Banks 2009). Bu tip reflü esas olarak gün içinde yemeklerden sonra meydana gelir(Lee ve McColl 2013). Reflü, bulantı, öğürme veya karın kasılmaları olmaksızın ortaya çıktığı için kusmadan ayırt edilebilir(Zero ve Lussi 2000).

Diş erozyonu potansiyeli geri akış maddesinin bileşimine, ağıza ulaşma sıklığı ve şekline (yetersizlik veya asitli buharları geçirme yoluyla); tükürüğün akış hızı, tampon kapasitesi ve temizleme eylemine; ve regürjitasyon episodlarından sonra firçalama ve pH'ına bağlıdır (Ranjitkar ve ark 2012).

Çeşitli vaka raporları(Ali ve ark 2002)(Okida ve ark 2014), vaka kontrol(Bartlett ve ark 1996)(Alavi ve ark 2014) ve yetişkinlerde(Jarvinen ve ark 1991)(Järvinen ve ark 1988, Holbrook ve ark 2009),ergenlerde(Mulic ve ark 2012) ve çocuklarda (Dahshan ve ark 2002)(Murakami ve ark 2011) gözlemsel klinik çalışmalar GÖRH ile erozyon arasındaki ilişki ve diş aşınmasını göstermiştir. Bu sonuçlara rağmen, literatürde GÖRH ile erozyon arasında anlamlı bir ilişki tespit etmeyen raporların bulunduğu da belirtilmelidir(Jensdottir ve ark 2004)(Di Fede ve ark 2008)(Wild ve ark 2011).

Reflü episodlarının, sessiz reflü olarak adlandırılan semptomsuz bir durum olarak da (Nozu ve Komiyama 2008) ortaya çıkabileceği belirtilmelidir. Bu durumlarda diş hekimi, hastalarında etiyojisi belirsiz eroziv lezyonları saptayarak GÖRH varlığından şüphelenen ilk profesyonel olabilir(Ranjitkar ve ark 2012).GÖRH hastalarında eroziv aşınma, maksiller ön dişlerin palatal yüzeylerinde ve azı dişlerinde daha sık görünmektedir(Munoz ve ark 2003)(Holbrook ve ark 2009)(Marsicano ve ark 2013). Asit ayrıca dilin dorsumunu geçerek maksiller ön dişlerin palatal yüzeylerine ulaşır(Holbrook ve ark 2009). GÖRH'li hastaların üçte birinden fazlasında ciddi hasarlı lezyonlar görülürken, GÖRH'si olmayan kontrollerde sadece hafif lezyonlar görüldüğü bildirilmiştir (Munoz ve ark 2003). GÖRH hastalarının %54'ünün düşük tampon kapasitesine sahip olduğu bildirilmiştir(Filipi ve ark 2011).

#### **1.4.Diş Erozyonunun Dışsal Nedenleri**

Eroziv potansiyel terimi, bir ajanın, dental erozyona neden olma konusundaki yeteneği ile ilgilidir; eroziv etki ise, bir asidin belirli klinik koşullar veya deneysel kurulumlarda eroziv lezyonlara neden olma yeteneğini ifade eder. Bu tanımlar, diş erozyonu gelişiminde rol oynayan çok sayıda faktörden kaynaklanmaktadır. Dişlerin aşındırıcı asitlere maruz kalması diş erozyonuna yol açmasına rağmen, diş yüzeylerine saldırmadaki agresifliklerini değiştirebilecek birçok faktör vardır. Asidik bir içecek (pH 3.6), minenin demineralizasyonu için kritik pH'ın (4.5-5.5) altında bir pH sunduğundan, erozyon potansiyeline sahiptir; buna ek olarak, tükürük faktörleri (temizlik, tamponlama kapasitesi, edinilmiş pelikül varlığı) gibi koruyucu faktörler mevcutsa, bu potansiyel aşındırıcı lezyonların gelişmesine yol açan gerçek aşındırıcı etkiye dönüşmeyebilir.

##### **1.4.1. Diyet**

Diyet ve beslenme alışkanlıklarının diş erozyonuna etkisi oldukça iyi belgelenmiştir. Asitli yiyecek ve içeceklerin aşındırıcı potansiyeli, asitli içeceklerin diş erozyonu üzerindeki rolüne odaklanan çalışmalar ile tanımlanmıştır (Amaechi 2015)

- İçecekler

#### -İçecek Tüketim Eğilimleri

Epidemiyolojik çalışmalar dental erozyon prevalansında artış olduğunu göstermiştir ve bazıları bu durumu asitli içeceklerin tüketimi ile ilişkilendirmiştir. İçecek tüketimi bazı gelişmiş ülkelerde sabit kalsa da dünya çapında alkolsüz içecek tüketiminde, 2007'de yılda kişi başı 83 lt'den 2012'de yılda 95 lt artması genel bir artış eğilimi olduğunu göstermektedir (Lussi ve ark 2012).

#### -İçeceklerin Eroziv Potansiyelinin Değerlendirilmesi

İçecekler su (şişelenmiş veya musluk), soda/alkolsüz içecekler (normal ve diyet), süt (aromalı dahil), spor/enerji içecekleri, meyve suyu (%100), meyve içecekleri, çay, kahve ve alkollü içecekler(Drewnowski ve ark 2013) olarak geniş gruba ayrılabilir. Sporcu içecekleri egzersiz sırasında sıvı kaybını azaltmak için tasarlanmış genel olarak su, elektrolitler ve şeker içeren alkolsüz içeceklerdir. Yüzlerce ticari seçeneği olan, düşük pH ve yüksek tamponlama kapasitesi sunan içeceklerdir. Erosiv potansiyelleri, markalara hatta coğrafyaya göre bile farklılık gösterir. Örneğin, bunları üretmek için kullanılan su kaynaklarındaki kalsiyum ve florür içerikleri değişiklik nedeniyle farklı aşındırıcı potansiyeller sunduğu rapor edilmiştir(Cochrane ve ark 2009)' (Heilman ve ark 1999). Tat veya aromadaki farklılıklar, meyve veya diğer asidik tatlar ile daha düşük asitliğe ve daha yüksek aşındırıcı potansiyele yol açan içecekler ve yiyeceklerin aşındırıcı potansiyelini de etkileyebilir(Lussi ve ark 2012). Tartarik, laktik, malik, fosforik, sitrik ve askorbik asitlerin farklı çözeltilerini duyuşal asidik tatlarına eşit konsantrasyonlarla karşılaştıran bir çalışma, bunların farklı aşındırıcı potansiyeller sergilediklerini göstermiştir(Beyer ve ark 2011). İçeceklerin diş yüzeyi ile temas sürelerini arttıran (Ireland ve ark 1995)' (Aykut-Yetkiner ve ark 2014) yapışkanlık gibi bazı fiziksel özellikleri eroziv potansiyeli de artırabilir. Titre edilebilir asitlik asidin tükürüğün koruyucu etkilerine karşı ne kadar güçlü olduğunu gösteren bir özelliktir (Lussi ve ark 2004), özellikle solüsyonun diş yüzeyi ile temas süresi arttığında ve tükürük tarafından hızla temizlenmediğinde önemli hale gelmektedir(Meurman ve ten Cate 1996) .

## -İçeceklerin Eroziv Potansiyelinin Değiştirilmesi

Diş erozyonundan korunmada ilk yöntem asitli içecek tüketimini azaltmayı hedefleyen davranış değişiklikleri olsa da hastalar bu önlemlere her zaman uymayabilirler. Böyle durumlarda, aşındırıcılığı daha az olan alternatiflerle değişim düşünülebilir. İçeceklerin pH, tamponlama kapasitesi, doyma derecesi, kalsiyum ve fosfat oranı gibi özelliklerinden herhangi birinde yapılacak değişiklikler, içeceklerin aşındırıcı potansiyelini azaltabilir. İçeceklere kalsiyum ve/veya fosfat iyonlarının ilavesi, içecekleri diş minerallerine göre doymuş hale geldikleri için diş yüzeyinin çözünmesini azaltır(Grenby 1996). Bazı çalışmalar, Ca içermeyen içeceklere kıyasla Ca içeren içecekler için mine demineralizasyonunun azaldığını veya inhibisyonunu göstermiştir(Jensdottir ve ark 2005)' (Scaramucci ve ark 2012)' (Hughes ve ark 1999)' (Wegehaupt ve ark 2011). Günümüzde, piyasada birkaç kalsiyum içeren içecek mevcuttur ve bunlar azaltılmış aşındırıcı potansiyel göstermiştir (Hara ve Zero 2008). Ca'nın diğer iyonlarla (Fe, P ve F) (Attin ve ark 2005)' (Magalhães ve ark 2009) ve ovalbümin (Hemingway ve ark 2008) gibi proteinlerle deneysel kombinasyonları da aşındırma potansiyelinde bir miktar azalma göstermiştir.

Kazein fosfopeptid ile stabilize edilmiş amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP, Recaldent), sporcu içeceklerinde (Ramalingam ve ark 2005) ve narenciye aromalı alkolsüz içeceklerde (gazlı veya gazsız) (Manton ve ark 2010) katkı maddesi olarak laboratuvar testlerinde araştırılmıştır. CPP-ACP ile modifiye edilmiş içecekler, daha az veya hiç aşındırıcı potansiyel göstermemiştir. Muhtemel mekanizmanın, mine yüzeyindeki kalsiyum ve fosfat iyonlarını arttırmanın yanında mine yüzeyinde CPP-ACP nanokomplekslerinin oluşumu ile ilişkili olduğu ve olası mine çözünme bölgelerini azaltması ile açıklanmıştır(Manton ve ark 2010). Benzer şekilde, nano boyutlu hidroksiapatit ile deneyler yapılmıştır. Hidroksiapatit, diğer kalsiyum bileşiklerine göre istenmeyen bir şekilde daha düşük çözünürlük sunsa da, nanopartiküllerin kullanımı, daha yüksek reaktiviteye ve kalsiyum ve fosfor salınımına izin veriyor gibi görünmektedir(Min ve ark 2011)' (Min ve ark 2015).

Asitli içeceklerin ve florür içeren gıdaların aşındırıcı potansiyeli konusunda literatür çelişkilidir. Bazı laboratuvar çalışmaları, içeceklere florür ilavesinin erozyonu önleyemediğini göstermiştir(Larsen ve Nyvad 1999). pH değeri 3'ün üzerinde olan içeceklerde F, in vitro erozyon gelişimini %28 oranında azaltmıştır; pH değeri 3'ün altında olan içeceklerde, F konsantrasyonuna ve kalsiyum florür ile

doygunluğa rağmen erozyona önlemede etkisi olmamıştır(Larsen ve Richards 2002). Bununla birlikte, bazı çalışmalar, farklı içeceklerin aşındırıcı kapasitesinin, F konsantrasyonları ile önemli fakat olumsuz bir şekilde ilişkili olduğunu göstermiştir(Lussi ve ark 2012)(Lussi ve ark 1993)(Lussi ve ark 1995).

Gıda polimerleri takviyesi de araştırılmış ve dış yüzeylerine adsorpsiyonlarıyla asit koruyucu bir tabaka oluşumuna yol açarak erozyonu azaltma kabiliyeti göstermiştir. Bu katman, hidroksiapatit ile çözelti arasındaki H<sup>+</sup> ve kalsiyum ve fosfat iyonlarının değişimini azaltabilir(Barbour ve ark 2005). Bununla birlikte, koruyucu özellikleri, polimerin türü ve deneysel koşullar ile ilgili görünmektedir. Sodyum heksametafosfat gibi nispeten daha uzun zincir uzunluğundaki polifosfatlar, tripolifosfatlar ve pirofosfat gibi diğerlerinden daha fazla dış erozyonunu azaltma yeteneğine sahip görünmektedir. Ayrıca kalsiyum ile kullanıldıklarında erozyona karşı gelişmiş koruma göstermişlerdir(Scaramucci ve ark 2011).

Katkı maddelerinin ilavesi tattaki değişiklikleri, daha az çekici hale getirebilir. Bununla birlikte, modifiye portakal sularının kısa bir tat değerlendirmesinde, katılımcılar tadı kabul edilebilir olarak değerlendirmiştir(Scaramucci ve ark 2012). Kalsiyum ve asit baz düzenleyici içeren efervesan tablet gibi diyet takviyeleri, tatta değişiklik olmaksızın portakal suyunun aşındırıcı potansiyelini azaltabilmiştir(Wegehaupt ve ark 2011). Uygulanabilir ve umut verici bir alternatif olmasına rağmen, içecek modifikasyonu, tüm aşındırıcı çözeltileri değiştirmek kimyasal olarak imkansız olduğundan, dış erozyonu için tek önleyici önlem olarak görülmemelidir(Lussi 2009).

- Diğer Asidik Gıdalar

İçeceklere ilaveten, sirke ve konserveler, asitli meyveler ve diğer meyvelerin (elma, armut ve erik) tüketimine dair bazı klinik kanıtlarla birlikte, diğer asidik gıdalar da dış erozyonu ile ilişkilendirilmiştir(Lussi ve ark 1991)(Bartlett ve ark 2011)(Linkosalo ve Markkanen 1985, Ratnayake ve Ekanayake 2010). Yapılan klinik çalışmalarda asidik sebzeler de erozyonla ilişkilendirilmiştir fakat bunların aşındırıcı etkileri bireyin diğer asidik gıda tercihiyle karışabilir (El Aidi ve ark 2011).

- Asidik Şekerler

Güçlü klinik kanıtlar olmamasına rağmen asidik şekerlerin erozyon gelişimi üzerinde çalışmalar bulunmaktadır. Ekşi tadı geliştirmek için sitrik asit ve malik asit gibi organik asitler içerirler(Brand ve ark 2010). Tükürük koruyucu faktörlere rağmen, ekşi şekerleri emmek, tükürük pH seviyelerini diş demineralizasyonu için kritik değerin altına düşürerek erozyon riski oluşturur(Jensdottir ve ark 2005),(Gambon ve ark 2009). Bu laboratuvar(Zero ve Lussi 2000) ve klinik(Mulic ve ark 2012),(Hamasha ve ark 2014),(Jensdottir ve ark 2005),(Lussi ve ark 1998) ortamlarda gösterilmiştir. Asidik şekerlerin uzun süre diş yüzeylerine yerleştirilmesi, hem diş yüzeyinin yumuşamasına hem de diş kaybına neden olan düşük pH'lı konsantre bir çözülmüş şeker çözeltisine neden olabilir (West ve Judy 1938).

Lolipoplar gibi (Brand ve ark 2010) ' (Brand ve ark 2009) katı veya sert şekerleri normalde ısırarak zordur ve bu nedenle genellikle emerek veya yalayarak tüketilir. Yavaş çözüldükleri için ağızda uzun süre tutulabilirler. Bu, dişlerin asitlere uzun süreli ve sürekli maruz kalmasına neden olur. Bu şekerler çoğunlukla çocuklar tarafından tüketilir, hatta bazıları şekeri ağızda en uzun süre tutmak için birbirleriyle rekabet eder (Brand ve ark 2010). Aroma, kullanılan asit türü ve konsantrasyondan etkilenir; bu nedenle, farklı tatların farklı aşındırıcı potansiyellere yol açması beklenir. Ekşi tatların, orijinal tatlara kıyasla daha yüksek aşındırıcı potansiyel gösterilmiştir (Wagoner ve ark 2009). Benzer şekilde, şekerin boyutu da toplam maruz kalma süresini etkilediği için önemli bir husustur. Asitli şekerin başka bir türü olan şeker spreyi, doğrudan ağıza püskürtülür ve dilde anında ekşi-taze bir tat ve karıncalanma hissi yaratır (Gambon ve ark 2009). Düşük pH ve yüksek tamponlama kapasitesi gereksinimi nedeniyle yüksek aşındırıcı potansiyel sunduğu bildirilmiştir. Şiddetli diş erozyonunun bu şekerin yoğun tüketimi ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Gambon ve ark 2009).

Asidik şekerler, özellikle çocukları ve ergenler gibi belirli popülasyonlarda erozyon için yüksek risk oluşturabilir. Ebeveynlerin %70'inin, çocuklarının asitli şeker tükettiğinden habersiz olduğu bildirilmiştir (Gambon ve ark 2009). Asidik şekerler, genellikle düşük tükürük akış hızları ve tampon kapasitesi sundukları için, baş ve boyun ışınlama tedavisi görenler gibi ağız kuruluğu çeken hastalar için risk oluşturmaktadır (Jensdottir ve ark 2006). Bu hastalar, asidik şekerler ve pastiller



dahil olmak üzere asidik tükürük uyarıcı gıdaların daha fazla alımına yönelik diyet değişiklikleri yaşayabilir (Jensdottir ve ark 2006). Tükürük akışının uyarılmasını sağlamasına rağmen, asidik katı şeker (tartarik asit ve ravent aromalı) tüketiminden sonra tükürüğün diş mineralleri açısından önemli ölçüde daha az doygun hale geldiği ve başarısız olduğu gözlemlenmiştir (Jensdottir ve ark 2006). Bu nedenle, asidik şekerlerin seçimi ve tüketiminde yüksek riskli popülasyonlar için danışmanlık sağlanmalıdır.

İçeceklere benzer şekilde, asidik sert şekerlemelere kalsiyum gibi erozyon önleyici maddelerin eklenmesi de düşünülmüştür. Kalsiyumlu ve kalsiyumsuz her iki şeker de tükürük salgısını uyarabilmiştir, ayrıca kalsiyumlu şekerler ağız ortamına yüksek miktarda kalsiyum sağlamıştır. Bu da eroziv potansiyelinin azaldığını göstermektedir (Jensdottir ve ark 2007).

- Sakız

Sakızlar, tükürüğün akış hızını ve pH'ını artırma, potansiyel olarak asitleri temizleme ve nötralize etme ve mine remineralizasyonunu destekleme yetenekleri nedeniyle diş hekimleri tarafından faydalı olarak görülmüştür (Dodds ve ark 2012). Bununla birlikte, bazı asidik sakızların sık kullanımının, özellikle posterior dişlerin oklüzal yüzeylerinde diş erozyonu gelişimi için potansiyel oluşturabileceği tahmin edilmektedir (Paice ve ark 2011). Bir çalışmada çilek aromalı asidik sakızları çiğnedikten sonraki ilk dakikalarda, tükürüğün pH'ının, diş demineralizasyonu için kritik olanın altında bir seviye olan 3.98'e düştüğü gözlenirken, nane aromalı sakız için pH düşüşü gözlenmemiştir (Paice ve ark 2011).

#### **1.4.2. İlaçlar**

Dişlerle doğrudan temas eden asidik ilaçların sık kullanımı diş erozyonunda etiyolojik bir faktör olarak görülmektedir. Genel olarak asitler, kimyasal stabiliteye, ilaç dağılımına, fizyolojik uyumluluğa ve lezzet gelişimine katkıda bulunan tamponlama maddeleri olarak işlev görür (Maguire ve ark 2007). Asetilsalisilik asit (aspirin) (Sullivan ve Kramer 1983), sıvı hidroklorik asit (Smith 1989), askorbik asit (C vitamini) (Giunta 1983), demir tonikleri (James ve Parfitt 1953), kokain (Kapila ve Kashani 1997), asidik ağız hijyeni ürünleri (Bhatti ve ark 1994) veya kalsiyum şelatörlü ürünler (Rytömaa ve ark 1989) ve asidik tükürük ikameleri (Smith 1989), tükürük akışı uyarıcıları (Rytömaa ve ark 1989) ve hastane ağız temizleme

yardımcıları(Meurman ve ark 1996) yapılan çalışmalara bakılarak diş erozyonu ile ilişkilendirilmiştir.

- Analjezik

Çözünebilen birçok analjezik preparat sitrik asit içermektedir. Çalışmalar eroziv potansiyel gösterdiklerini(Rogalla ve ark 1992),(McNally ve ark 2006) ve aşırı kullanımlarının dental erozyona yol açabileceğini öne sürmektedir(McCracken ve O'Neal 2000)(Grace ve ark 2004). Altı ticari marka analjezik üzerinde yapılan bir laboratuvar testi, bunların farklı aşındırıcı potansiyeller sergilediklerini gösterdi. Çoğunun diş minesine zararlı etkisi olmadığı öngörülse de, bir markanın (Aspro™), klinik koşullarda bile potansiyel olarak aşındırıcı olduğu bildirilmiştir(McNally ve ark 2006). Başka bir çalışmada asetilsalisilik asit çiğneme tableti (500 mg asetilsalisilik asit, 300 mg kalsiyum karbonat),1,5ve 60 dakikalık maruziyetlerde mine yüzey yapısında hiçbir değişiklik göstermemiştir. Buna karşılık, tamponsuz asetilsalisilik asit çiğnenebilir tablet için 1 dakikalık maruziyetten sonra bile mine erozyonu gözlenmiştir (Rogalla ve ark 1992). Çiğneme erozyon riskini tablet ve diş yüzeylerindeki temas süresini artırarak önemli ölçüde artırır. Bu durum, çalışma sırasında yutma veya çiğneme şeklinde iki şekilde yüksek dozda aspirin alan juvenil romatoidli çocukları karşılaştıran bir çalışmada gözlemlenmiştir. Aspirini çiğneyen çocukların (42 kişiden 25'i) süt azı dişlerinde ve birinci daimî azı dişlerinde ciddi aşınma meydana gelmiştir. Aspirin tabletleri yutan çocukların hiçbirinde (42 kişiden 17'si) herhangi bir aşınmış alan tespit edilmemiştir(Smith 1989). Yazarlar, aspirinin eroziv lezyonlara neden olduğu sonucuna varmışlardır. İncelenen vaka raporları ve bazı analjeziklerin rapor edilen eroziv potansiyeli göz önüne alındığında, dişhekimleri, kronik durumlar için çözünebilir/çiğnenebilir analjezikler yerine eroziv potansiyeli olmayan veya minimum düzeyde olan analjezik seçeneklerin seçilmesini tavsiye etmelidir.

- Vitaminler

Vitamin tüketiminin diş erozyonunun ilerlemesiyle ilişkili olduğu gösterilmiştir. Erozyon gelişimi ile çiğnenebilir C vitamini (askorbik asit) alımını ilişkilendiren bazı kanıtlar vardır (Ratnayake ve Ekanayake 2010)(Hays ve ark 1992)(Maron 1996). Bu bulgu, erozyon ve diyet faktörlerinin ilişkilendiren meta analiz çalışmasıyla da kanıtlanmıştır (Li ve ark 2012).

- Astım İlaçları

Klinik bir çalışma, astım ilacı (kortizol inhaler) kullanımıyla ilişkili diş erozyonu riskinin daha yüksek olduğunu bildirmiştir (Hamasha ve ark 2014), ancak bu durum önceki bir çalışmada gözlenmemiştir (Dugmore ve Rock 2004). Erozyonla ilişkisi öncelikli olarak bu ilaçların çoğunun asidik yapılarına bağlanmaktadır. Ek olarak, astım ilaçlarının kullanımı tükürüğün tamponlama kapasitesinde ve akış hızında azalmaya neden olabilir (McDerra ve ark 1998). Bu tür ilaçların sık kullanımını ağız kuruluğu hissini azaltmak ve acı tadı telafi etmek amacıyla asitli içeceklerin tüketimi takip edebileceğinden, dolaylı yönler de dikkate alınmalıdır (Hamasha ve ark 2014).

Anemi, astım, bronşit ve öksürük tedavisi için kullanılan sıvı oral ilaçlar genellikle çocuklarda sıklıkla kullanılmaktadır ve asidik bir yapıya sahiptir(Nunn ve ark 2001),(Scatena ve ark 2014). Nun ve arkadaşları(Nunn ve ark 2001), pediatrik hastalara rutin olarak reçete edilen sekiz sıvı oral ilacın ve iki efervesan preparatın aşındırıcı potansiyelini (pH ve titre edilebilir asitlik) değerlendirmiştir. Bazı ilaçlar ve özellikle efervesan tabletler aşındırıcı potansiyel göstermiştir. Maguire ve arkadaşları(Maguire ve ark 2007) şekerli ve şekersiz 97 sıvı ilacın aşındırıcı potansiyelini test etmiştir. İlaçların yarısından fazlası (%57) 5.5'ten düşük pH değerleri sergilemiştir. Şuruplar ve efervesan tabletler sırasıyla 5,31 ve 4,96'da en düşük pH değerlerini gösterdi. Yüksek konsantrasyonlu formülasyonlarda daha yüksek aşındırma potansiyeli bulunmaktadır. Bu durum, aktif bileşenin daha yüksek miktarını maskeleyerek ve tamponlamak için gereken daha yüksek miktarlarda asit (çoğunlukla sitrik asit) ile açıklanabilir(Maguire ve ark 2007). Anti-histaminikler, antitussifler, bronkodilatörler ve mukolitiklerden oluşan 23 pediatrik sıvı ilacın çoğu için benzer eroziv potansiyel gözlenmiştir (Neves ve ark 2010). Yapılan çalışmalar sıvı ilaçların diş minesindeki aşındırıcı potansiyelini doğrulamıştır (Valinoti ve ark 2011). Scatena ve arkadaşları salbutamol sülfat (anti-astmatik), guaifenesin (balgam söktürücü) ve demir sülfat (demir takviyesi ve/veya antianemik) şuruplarını test etti. Tüm ilaçlar mine yüzey sertliğini azaltarak erozyon potansiyeli gösterdi. Salbutamol sülfat olasılıkla daha düşük pH'ı ve daha yüksek titre edilebilir asitliği nedeniyle en yüksek aşındırıcı potansiyele sahipti(Scatena ve ark 2014).

### 1.4.3. Ağız Bakım Ürünleri

- Düşük pH'lı Diş Macunları ve Ağız Gargaraları

Diş macunları ve ağız gargaraları gibi bazı ağız bakım ürünleri, düşük pH'ları nedeniyle diş erozyonu için bir risk faktörü olarak görülmektedir. Bu ürünlerin asidik yapısı, içeriğindeki bazı bileşiklerin (florür dahil) kimyasal stabilitesini amaçlamaktadır, fakat aynı zamanda, diş mineral formlarında florür iyonlarının katılımını ve ayrıca diş yüzeyine kalsiyum florürün çökmesini de artırabilir (Hellwig ve Lussi 2006). Bazı çalışmalar kalsiyum florürün diş erozyonuna karşı koruyucu etkisi olduğunu göstermiştir (Ganss ve ark 2007).

EDTA içeren bir ağız gargarası (Calculusan), 2 saat maruziyetten sonra minede in vitro olarak diş aşınmasına yol açmıştır (Rytömaa ve ark 1989). Ticari olarak temin edilebilen 11 ağız gargarasının aşındırıcı potansiyeli değerlendirildi ve değişken olduğu bildirildi, bazıları 3.4'e kadar düşük pH değerleri gösterdi. Tamponlama kapasitesi de büyük ölçüde değişmiştir (Bhatti ve ark 1994). Üç asidik ağız gargarası: asitlendirilmiş sodyum klorit ağız gargarası (pH 3.02), uçucu yağ ağız gargarası (Listerine®, pH 3.59) ve bir heksetidin ağız gargarası (%0,1, pH 3.75), klinik olarak uygun koşullarda test edildi (Pontefract ve ark 2001). Tüm ağız gargaralarının, portakal suyuna benzer ve maden suyundan daha fazla, zamanla aşamalı mine yüzeyi kaybına neden olduğu gösterildi. Yazarlar, diş macunlarının aşındırıcı etkilerini şiddetlendirebileceğinden, düşük pH'lı gargaraların ek olarak ağız hijyenine kısa veya orta vadeli olarak kullanılmasını ve asla fırçalamadan önce kullanılmamasını tavsiye ettiler (Pontefract ve ark 2001). Listerine'nin aşındırıcı potansiyeli, pH değeri 5.5'in altında olan test edilen tek ürün olduğu için başka bir in vitro çalışmada da gösterilmiştir. Bununla birlikte, zararlı etki, klinik önemi çok az olan veya hiç olmayan aşırı bir durum olan 14 saatlik sürekli maruziyetten sonra gözlemlenmiştir (Pretty ve ark 2003). Düşük pH ağız bakım ürünlerinin sık ve kötüye kullanımı, erozyon için potansiyel risk faktörleri olarak kabul edilebilir.

Bir in vitro değerlendirmede, Lussi ve Jaeggi (Lussi ve Jaeggi 2001) florür içeren düşük pH'lı diş macunlarının ve gargaraların hiçbirinin mine yüzeyinde yumuşamaya neden olmadığını gözlemlədiler. Test ürünlerinin çoğu için 10 ve 20

dakika sonra, mineral kazanımını temsil eden mine yüzey mikrosertlik değerlerinde önemli bir artış gözlemlendi. Her iki değerlendirme döneminde de sadece pozitif kontrol (portakal suyu) ve florürsüz diş macunu (Weleda Green Toothpaste, Weleda, pH 3.7) mine erozyonu ile sonuçlanmıştır. Bu bulgu, diş macununda hem sitrik asit/sitrat varlığına hem de florür bulunmamasına bağlandı. Yazarlar, diğer diş macunları için gözlemlenen daha yüksek erozyon direncinin, asidik ürünlerle tedavi sırasında florürün dişe dahil edilmesinden ve/veya diş üzerinde birikmesinden kaynaklandığını öne sürdüler. Bu, durum diğer çalışmalarla da doğrulanmıştır (Attin ve ark 1999)(Wiegand ve ark 2004).

- Tükürük ikameleri

Ağız kuruluğu çeken hastalar için tükürük ikameleri önerilmiştir. 4,15 pH'lı Biotene® ve 4,08 pH'lı Glandosane® gibi bu ürünlerden bazıları potansiyel olarak aşındırıcı olarak kabul edilir. Mine ve dentinde mineral kaybına yol açtığı gösterilmiştir. Aynı çalışmada, kalsiyum fosfat ve florür içeren diğer formülasyonların aşınmış minenin yeniden mineralizasyonunda yardımcı olduğu gösterildi (Kielbassa ve ark 2001).

- Diş Macunu

Diş macununun aşındırıcı seviyesi, diş erozyonunun ilerlemesine yol açabileceğinden dikkate alınması gereken önemli bir husustur. Yüksek derecede aşındırıcı diş macunları, edinilmiş diş pelikülünün bozulmasını kolaylaştırabilir ya da önceden yumuşatılmış diş yüzeylerini aşındırabilir. Bu, açığa çıkmış kök dentin yüzeylerinin varlığında daha da önemlidir. Dentin, aşınmaya daha duyarlıdır ve remineralizasyona daha az yanıt verir (Hara ve ark 2003)(Hara ve ark 2013). Diş macunları için standart bir aşındırıcı testinden elde edilen veriler, beyazlatıcı diş macunlarının daha yüksek aşındırıcı potansiyeli, normal veya hassas olmayan diş macunlarının ise düşük aşındırıcı potansiyeli olacağını göstermektedir. Açıkta kalan dentin yüzeyleri varsa, erozyon açısından yüksek riskli hastalar için düşük aşındırıcı potansiyeli bulunan macunlar önerilmelidir.

- Diş fırçalama

Diş fırçalama ve erozyonu ilişkilendiren klinik kanıtlar çelişkilidir. Uzun süreli ve sık diş fırçalamanın eroziv aşınma olasılığını arttırdığı gösterilmiştir (Hamasha ve ark 2014) (Bardolia ve ark 2010). Bununla birlikte, bir klinik çalışma, eroziv aşınması olan ergenlerin yüksek oranının günde bir kereden az (%68) ve yarım dakikadan daha az süreyle (%53) diş fırçaladığını bildirdiğini göstermiştir. Ayrıca günde bir veya daha az fırçalama, günde iki veya daha fazla fırçalamaya kıyasla eroziv aşınma riskini önemli ölçüde artırmıştır (Mulic ve ark 2012). Erozyonun çok faktörlü doğası ve çalışmaların kesitsel doğası, sonuçların yorumlanmasını oldukça zorlaştırmaktadır. Bazı diyet ve/veya davranışsal hususların gözden kaçırılmış olması mümkündür.

- Diş Beyazlatma

Son zamanlarda, estetik diş prosedürlerine artan ilgi göz önüne alındığında, diş beyazlatmanın mine ve dentin üzerindeki olası zararlı yan etkileri araştırılmaktadır. Bazı hidrojen peroksit bazlı jellerin mine yüzey morfolojisini (Murchison ve ark 1992) (Zalkind ve ark 1996) ve yumuşamayı (Murchison ve ark 1992) (Rodríguez ve ark 2001) etkileyerek aşındırıcı potansiyele işaret ettiği gösterilmiştir. Bu, yüksek hidrojen peroksit içeriği ve bazı ağartma maddelerinin düşük pH değeri ile doğrulanır. Ancak, bu değişikliklerin çoğunlukla kullanılan spesifik deneysel koşullarla ilgili olduğu düşünülmektedir. Çalışmalardan bazıları, klinik koşulları simüle etmek için yapay tükürük veya insan tükürüğü içermedi. Tükürük etkilerini simüle edenler, mine ve dentin yüzeylerinde hiçbir hasar göstermedi (Basting ve ark 2003) (Pretty ve ark 2005). Daha düşük hidrojen peroksit içeriğine ve nötr pH'a sahip ağartma maddelerinin kullanımının diş yapısına zararlı olduğu bildirilmemiştir ve minenin in vitro erozyona (Pretty ve ark 2005) ve erozyon-abrazyona (Engle ve ark 2010) karşı duyarlılığını artırmamıştır. Portakal suyu ile karşılaştırıldığında, %6 hidrojen peroksitin etkileri önemsiz bulunmuştur (Ren ve ark 2009).

#### 1.4.4. Çevresel (Mesleki) Faktörler

Mesleğin diş erozyonu riski üzerindeki etkisi Zero (Zero 1996) ve Zero ve Lussi (Zero ve Lussi 2000) tarafından kapsamlı bir şekilde gözden geçirilmiş ve aşağıda özetlenmiştir.

- Sanayi İşçileri

Çalışanları asidik dumanlara veya aerosollere maruz bırakan herhangi bir endüstriyel işleme prosedürü diş erozyonuna neden olma potansiyeline sahiptir. Sülfürik, nitrik, asetik ve hidroklorik asitlerin tümü, in vitro çalışmalardan(Elsbury 1952), vaka raporlarından(Bamise ve ark 2008), kesitsel çalışmalardan(Petersen ve Gormsen 1991) (Chikte ve ark 1998) ve vaka kontrol çalışmalarından(ten Bruggen Cate 1968) (Johansson ve ark 2005) elde edilen kanıtlara dayanarak sorumlu tutulmuştur. Galvanizleme, galvanik kaplama, metal ve cam aşındırma, baskı ve laboratuvar asitlerinin ağızdan pipetlenmesi ile mühimmat, pil, gübre ve kimyasal üretim ile ilgili mesleklerin tümü, uygun önlemler alınmadıkça diş erozyonu riski altındadır. İnorganik asitlerle çalışanlar potansiyel olarak diş erozyonu riski altındadır. Wiegand ve Attin(Wiegand ve Attin 2007) batarya ve galvanizleme işçileri diş erozyonu için daha yüksek risk altında olduğu sonucuna varmışlardır.

- Profesyonel Şarap tadıcılar

Profesyonel şarap tadımı, diş erozyonu için mesleki bir risk faktörü olarak tanımlanmıştır. Şarabın pH'ının 2,8 ila 3,8 arasında olduğu bildirildi (Sorvari ve Rytömaa 1991). Ferguson ve arkadaşları(Ferguson ve ark 1996) şarap içindeki asitlerin %95'ini tartarik ve malik asitlerin oluşturduğunu bildirdi. 23 yıl boyunca günde ortalama 30 şarap tadan 52 yaşındaki profesyonel bir şarap tadımcısı, geniş damak erozyonu göstermiştir (Chaudhry ve ark 1997). Benzer bulgular, günde ortalama 20 şarap tadımını içeren, 10 yıldır çalışan 38 yaşındaki bir bireyde de gözlemlendi. Sıcağa, soğuğa ve şaraba karşı duyarlılık öyküsü ile bağlantılı olarak önemli diş erozyonu gözlemlendi (Gray ve ark 1998). Haftada 5 gün genellikle 20-50 farklı şarabı test eden 19 İsveçli şarap tadımcısı üzerinde yapılan bir araştırma, % 74'ünde diş erozyonu olduğunu bulmuştur (Wiktorsson ve ark 1997). Başka bir klinik çalışma, 21 şarap tadımcısı (maruz kalan) ve eşleri (maruz kalmayan) arasındaki diş erozyonunun yaygınlığını ve ciddiyetini karşılaştırmış ve maruz kalan popülasyonda önemli ölçüde daha fazla erozyon olduğunu göstermiştir (Chikte ve ark 2005).

- Yüzücüler

Birkaç vaka raporu, uygun olmayan pH'lı yüzme havuzlarını kullanan profesyonel yüzücüleri diş erozyonu ile ilişkilendirmiştir(Savad 1982, Centerwall ve ark 1986). Klorlu yüzme havuzları, havuz suyunu 7,2 ila 8,0 pH aralığında tutmak

için günlük pH izleme ve ayarlama gerektirir. Bu, düzenli olarak yüzen eğlence amaçlı yüzen yüzücüler için de bir sorun olabilir (Amaechi 2015).

#### **1.4.5. Davranışsal/Yaşam Tarzı Faktörleri**

Asitli içeceklerin, yiyeceklerin ve ilaçların çoğunun aşındırıcı potansiyele sahip olduğuna dair açık kanıtlara rağmen, klinik olarak aşındırıcı etkiye dönüştüğü veya diş erozyonu lezyonlarının gelişmesine yol açtığı her zaman açık değildir. Daha önce belirtildiği gibi, davranışsal faktörler de dahil olmak üzere erozyonun gelişimini modüle eden birçok faktör vardır. Spesifik olarak, mevcut koruyucu faktörler (diş pelikülü, tükürük tamponlama ve temizleme, yeniden mineralizasyon) eroziv atakları önleyebilir. Bununla birlikte, bu sağlıklı denge, bazı davranışsal ve yaşam tarzı nedeniyle bozulabilir ve dış asitler dental erozyona neden olabilir. Bu nedenle, dışsal aşındırıcı ajanların aşındırıcı potansiyeline ek olarak, asit alım sıklığı, bireysel beslenme alışkanlıkları (yudumlama, yutma, köpürtme veya pipet kullanımı) gibi çeşitli faktörler (Zero ve Lussi 2005), akış hızı, bileşimi ve tükürüğün temizleme kapasitesi ve edinilmiş diş pelikülünün varlığı diş erozyonunun ilerlemesini etkileyebilir (Hara ve ark 2006). İlginç bir şekilde, en belirgin diş erozyon vakaları her zaman davranışsal/yaşam tarzı faktörleriyle ilişkilidir.

Diş erozyonu için narenciye, limon suyu, portakal suyu, gazlı içecekler ve narenciye aromalı içecekler gibi belirli diyet maddelerinin sık ve aşırı tüketimi en sık görülen etyolojik faktördür (Al-Dlaigan ve ark 2001) (Järvinen ve ark 1991) (Jensdottir ve ark 2004). Diş erozyonu ve asidik diyet arasındaki ilişki bazı çalışmalarda net olarak bulunmamış olsa da, tüketimin çocuklar (O'Sullivan ve Curzon 2000), ergenler (O'Sullivan ve Curzon 2000) (Harding ve ark 2003) (Milosevic ve ark 1994) (Al-Dlaigan ve ark 2001) ve yetişkinler (Johansson ve ark 2002) arasında yüksek olduğu bildirildiğinde asitli içecekler ve diş erozyonu arasında bağlantı kuran güçlü klinik kanıtlar vardır. Vaka kontrol çalışmaları, narenciye gıdaları günde iki defadan fazla yenildiğinde önemli ölçüde daha yüksek bir erozyon riski göstermiştir (Järvinen ve ark 1991)(Künzel ve ark 2000). Bir yiyecek veya içeceğin altında yatan asidik yapının önemli olmasına rağmen, erozyonun gelişmesinde en ilgili yönün tüketim sıklığı olduğu öne sürülmektedir(Bartlett ve ark 2011).



Asitli bir ieeği yutmadan önce ağızda tutmak, asidik bir maddenin dişlerle temas suresini uzatır ve dolayısıyla erozyon riskini artırır (O'Sullivan ve Curzon 2000). Bu alışkanlığın, ağız içi pH'da belirgin düşe yol açtığı bildirildi (Johansson ve ark 2004). Asitli içeceklerin yatmadan önce tüketilmesi de özellikle çocuklar için bir risk faktörü olarak kabul edilmektedir. Asitli içeceklerin (limonlu ve gazlı içecekler) gece tüketilmesi, özellikle diş fırçalamadan sonra yapılırsa, diş erozyonu gelişme riskini artırır, nkn bu prosedür, diş yüzeyinde oluşan ve onu aşındırıcı asitlerden koruyan doğal bir organik tabaka olan edinilmiş mine tabakasını ortadan kaldırır (Hamasha ve ark 2014). Diş erozyonu gelişimi ile ilgili olduğu bildirilen diğer risk gostergeleri, yatmadan önce limon ve ekşi şeker tuketimidir (Dugmore ve Rock 2004)(Williams ve ark 1999)(Grenby 1996). Aşındırıcı asitlere aşırı maruz kalma ile diş gıcırdatma arasındaki ilişki, erozyon riskini daha da artırabilir (El Aidi ve ark 2011).

Asidik meyve ve sebzece yüksek içerikli diyet, dişleri artan erozyon riskine maruz bırakabilir. Kilo verme planının bir parçası olarak yüksek narenciye ve meyve suları tüketimi ile sık diyet yapmak da bir risk faktörü olabilir. Linkosalo ve Markkanen (Linkosalo ve Markkanen 1985) laktovejeteryanlarda diş erozyonu ile cinsiyet ve yaş uyumlu kontrolleri karşılaştırdı. Laktovejeteryenlerin yüzde yetmiş beşi diş erozyonu belirtileri gösterdi ve bunlar çoğunlukla sirke ve sirke konserveleri, turunçgiller ve asitli meyveler tüketimi ile ilişkiliydi. Yorucu spor aktiviteleri ve egzersiz, sıvı ve enerji değişimi için asitli sporcu içecekleri, meyve suları ve diğer asitli içeceklerin sık tüketilmesi durumunda daha yüksek erozyon riskine yol açabilir. Bu sorun, yorucu egzersiz (Mulic ve ark 2012), (Walsh ve ark 2004) ve olası gastroözofageal reflü episodları ile ilişkili artan sıvı kaybına ikincil olarak azalan tükürük akışıyla daha da ağırlaşabilir (Moses 1990). Sağlık bilincine sahip bireyler de ortalamadan daha iyi ağız hijyenine sahip olma eğilimindedir (Zero ve Lussi 2000). İyi ağız hijyeninin periodontal hastalık ve diş rklerinin önlenmesinde değer kanıtlanmış olmasına rağmen, aşındırıcı ağız hijyeni ürünleriyle sık diş fırçalamak dişleri diş erozyonuna karşi daha duyarlı hale getirebilir (Bardolia ve ark 2010). Bu özellikle, asitli içeceklerin(Hara ve ark 2003)(Attin ve ark 2001) aşındırıcı etkisinden hemen sonra fırçalama, aşınmış yüzeylerin yeniden mineralleşmesine ve fiziksel gücünü yeniden kazanmasına izin verilmemesi ve yüksek oranda aşındırıcı diş macunları kullanılması durumunda geçerlidir (Gonzlez-Cabezas ve ark 2013).

Klinik olarak, erozyon genellikle plakla kaplı alanların altında bulunmaz, bu büyük olasılıkla plağın asitleri tamponlama ve asitler ile diş yüzeyleri arasındaki teması önleyen fiziksel bir bariyer görevi görme yeteneğinden kaynaklanır. Diş macunu ile diş fırçalama yoluyla pelikülün sık sık çıkarılmasının, mine yüzeyini asit erozyonuna daha duyarlı hale getirdiğine dair kanıtlar vardır.

### **1.5.Diş Erozyonunun Önlenmesi ve Kontrolü: Hasta Öz Bakımı**

Bireyleri diş erozyonu riskine yatkın hale getirebilecek faktörlerden biri de yaşam tarzlarıdır (Scaramucci ve ark 2015). Geleneksel ağız sağlığı eğitimi yaklaşımı, hastanın bilgisini geliştiren ancak davranışta kalıcı değişikliklere dönüşmeyen bilgi ve tavsiye sunmaya odaklanır. Oral hijyen eğitimi yoluyla verilen bilgi ve tavsiyelerin, insanları sağlıklı davranışı benimsemeleri ve sürdürmelerini sağlar (Gao ve ark 2014)(Lundahl ve Burke 2009). Danışmanlık kişiye göre bireyselleştirilmeli ve o hastayı dental erozyona yatkın hale getiren risk faktörlerine yönlendirilmelidir (Amaechi ve Higham 2005).

Bireyin davranışını ve yaşam tarzını değiştirmek her zaman kolay olmamaktadır, bu nedenle asidik erozyona karşı diş direncini artırma stratejileri son derece önemlidir. Hastanın profesyonel tedaviye erişimi, maliyeti ve diş hekimi muayenehanesi ziyareti gereksinimi ile sınırlıdır. Bu nedenle, diş erozyonu riski yüksek olan hastalarda kendi kendine uygulanan koruyucu ürünlerin kullanılması faydalı olabilir.

Kimyasal, biyolojik ve davranışsal faktörler de dahil olmak üzere diş erozyonu için önleyici tedbirler hastanın geçmişine göre spesifik olmalıdır (Wang ve Lussi 2010) (Ganss ve ark 2012). Asit maruziyetini azaltmak, yüksek riskli hastalarda uygulanacak en iyi önleyici strateji olacaktır. Ancak yaşam tarzı ve davranış değişiklikleri içerdiğinden en zor yaklaşımdır. Örneğin, potansiyel olarak aşındırıcı yiyecek ve içeceklerin tüketimi yalnızca ana öğünlerle sınırlandırılmalıdır (Wang ve Lussi 2010) (Ganss ve ark 2012). Çalkalama ve ağızda tutma gibi bazı alışkanlıklardan kaçınılmalıdır, çünkü bunlar asidin dişle temas süresini uzatır ve erozyona karşı duyarlılığı artırır (Lussi ve Jaeggi 2008) (Wang ve Lussi 2010) (Rios ve ark 2007) (Corrêa 2011). Pipet, uygun şekilde kullanıldığında asidin dişlerle temasını azaltmak için uygun bir alternatif olabilir (Smith ve Shaw 1993) (Amaechi ve ark 1999). Asitli bir içeceğin sıcaklığı da aşındırıcı potansiyelini etkiler.

İçeceği soğuk içmek, aşındırıcı etkisini azaltır (West ve ark 2000)' (Millward ve ark 1997).

### **1.5.1. Diş Macunları**

Bir NaF diş macununun erozyon önlemedeki etkinliği, florür konsantrasyonu ile doğru olarak artmayabilir ve kontrol ile karşılaştırıldığında bu florür aracı için aşınmanın azalması %30'dan daha az görünmektedir (Ganss ve ark 2013)(Magalhães ve ark 2011). Bir çalışmada, 5.000 ppm F ve 1.100 ppm F diş macunlarının, plasebo diş macununa kıyasla erosiv ve erosiv abraziv dentin aşınmasını yaklaşık %27.5 azalttığını, ancak etkinliklerinin önemli ölçüde farklı olmadığını gösterdi (Magalhães ve ark 2008). Öte yandan Ren ve ark. (Ren ve ark 2011), 5.000 ppm (NaF) içeren bir diş macunu, 1.450 ppm F (NaF) içeren bir diş macunu ile karşılaştırıldığında, mine erozyonuna karşı korumada bir artış (yaklaşık %55) göstermiştir.

### **1.5.2. Recaldent (CPP-ACP) Teknolojisi İçeren Macun/Krem Kullanımı**

Hasta tarafından uygulanan macunlara ve kremlere (GC Corporation) dahil edilen kazein fosfopeptid amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP), mine ve dentin remineralizasyonu teşvik etmek için bir dizi çalışmada kullanılmıştır(Ranjitkar ve ark 2009)'(Wang ve ark 2014)'(Cochrane ve Reynolds 2012). Bunlar ticari olarak Tooth Mousse (Asya/Avustralya) ve MI pastası (ABD) ve florür içeren CPP-ACFP (900 ppm florür ile) Tooth Mousse-plus ve MI pasta-plus olarak mevcuttur. Recaldent'te, çözünür amorf kalsiyum fosfattaki kalsiyum ve fosfat iyonları, protein CPP tarafından nanokompleksler halinde stabilize edilir, böylece dağıtım tüpü içinde depolama sırasında çökelmeyi önler (Cross ve ark 2005). Ağız içi uygulamayı takiben, bu nanokompleksler, ağız boşluğunda kalsiyum ve fosfat iyonlarının aşırı doygunluğunu oluşturmak için diş yüzeylerine ve diş pelikülüne bağlanır. Asidik bir yükleme sırasında oral pH düştüğünde, remineralizasyonu kolaylaştırmak ve demineralizasyonu inhibe etmek için yüksek düzeyde biyoyararlı kalsiyum ve fosfat iyonları sağlamak için kalsiyum CPP'den salınır (Cochrane ve ark 2010). Florür içeren CPP-ACP ürünleri erozyon için tercih edilen seçenek olacaktır.

### 1.5.3. Ağız Gargarası Kullanımı

Ağız gargaraları, kullanım kolaylığı avantajına sahiptir ve hastalarda asidik ataklardan sonra tükürüğün yeniden mineralizasyonunu arttırmak için kullanılmak üzere ferahlatıcı bir tada sahip olacak şekilde formüle edilebilir. Günlük uygulamaya izin vermek için daha düşük konsantrasyonlarda daha yüksek etkinliğe sahip olabilen polivalent metal florürler gibi florür bileşikler yeni formülasyonların odak noktası olmuştur. Wiegand ve ark. (Wiegand ve ark 2009), aynı florür konsantrasyonuna (10.000 ppm F) sahip AmF ve SnF<sub>2</sub>'nin asidik çözeltilerinin, mine erozyonuna karşı bir NaF çözeltisinden benzer şekilde daha etkili olduğunu gözlemledi. Yu ve ark. (Yu ve ark 2010) NaF/SnCl<sub>2</sub> solüsyonunun (500 ppm F ve 800 ppm Sn) tek bir uygulamasının mine ve dentin erozyonunu sırasıyla 6 ve 3,5 dakikaya kadar sabit asit akışını azalttığını bildirdiler. Bu çalışmada, tek başına NaF çözeltisi (500 ppm F) mine ve dentin erozyonunun ilerlemesi üzerinde önemli bir etkiye sahip değildi (Yu ve ark 2010).

### 1.5.4. Proteaz İnhibitörleri İçeren Ağız Gargarası Kullanımı

Dentindeki eroziv süreç, iyonik difüzyonu zorlaştıran ve dolayısıyla erozyonun ilerlemesini yavaşlatan demineralize organik matriks varlığı nedeniyle minede meydana gelenden farklıdır. Demineralize organik matriks, esas olarak proteazlar tarafından bozunmaya duyarlı olan ve böylece erozyonun ilerlemesine izin veren tip I kollajenden oluşur (Buzalaf ve ark 2012). Buna dayanarak, klorheksidin ve yeşil çay ekstresi (Magalhães ve ark 2009) gibi proteaz inhibitörleri içeren ağız gargaralarının ve hatta yeşil çaylı gargaraların (Kato ve ark 2009) kontrol ile karşılaştırıldığında dentin kaybını (yaklaşık %30-40) azalttığı gösterilmiştir. Proteaz inhibitörlerinin etkisi florüre benzerdi. Bu nedenle, SnCl<sub>2</sub> /NaF/AmF, TiF<sub>4</sub> /NaF veya proteaz inhibitörleri içeren ağız gargaraları, sıklıkla aşındırıcı ataklara maruz kalan hastalara fayda sağlama potansiyeline sahip olabilir.

### 1.6. Diş Erozyonunun Önlenmesi ve Kontrolü: Profesyonel Klinik Bakım

Bakteriyel olmayan asitlerin diş dokuları üzerindeki etkileri ve diş erozyonunun yönetimini etkileyen farklı parametreleri açıklamaya çalışan kapsamlı araştırmalar yapılmıştır (Amaechi ve Higham 2005). Erozyonun önlenmesinde en önemli bileşen asit tehdidinin ortadan kaldırılması veya azaltılmasıdır.

Çoğu zaman, remineralize edilmiş, florürle zenginleştirilmiş bir diş yüzeyi, remineralize edici bir ortamın korunması şartıyla hafif asit tehdidine karşı yeterli koruma sağlar. Bununla birlikte, aside maruz kalma sıklığının yüksek olduğu ve pH'ın genellikle florapatitin kritik pH'ının altında olduğu şiddetli aşındırıcı durumlarda, herhangi bir remineralizasyon çabası etkisiz hale gelir. Bu gibi durumlarda, asitle temas eden diş yüzeylerini önlemek için profilaktik yüzey kaplamalarının (bariyerler) kullanımı önerilmektedir. Bu, sonraki asit saldırısından kaynaklanan hasarı önlemek için çok önemlidir, ancak bu yaklaşımların yalnızca "geçici" koruma sağladığı ve gerektiğinde değiştirilmesi gerektiği hasta tarafından anlaşılmalıdır. Her yönetim planının hastaya özel hazırlanmış bir önleyici felsefe izlemesi gerekir (Kaidonis 2012).

### **1.6.1. Demineralize Diş Yüzeyleri İçin Remineralizasyon Yöntemleri**

Geleneksel olarak jel ve köpük formundaki florürler yumuşatılmış minerin yeniden mineralizasyonu ve demineralizasyon sürecini yavaşlatmak için kullanılmış ve kullanılmaya devam etmektedir. Bununla birlikte etkili remineralizasyon sağlamak için, florür yalnızca diğer elementler (örn. kalsiyum ve fosfat iyonları) aynı zamanda doğru oranlarda bir arada bulunduğu etkilidir. Bu nedenle, yeni aşınmış yüzeylere profesyonel olarak yüksek konsantrasyonlarda uygulanan florür, tükürükte mevcut kalsiyum ve fosfat kullanılarak yeniden mineralleşecek, ardından fazla florür ekspektorasyona tabi tutulacak veya yutulacak ve bu nedenle boşa harcanacaktır. Bunun üstesinden gelmek için, tek tek veya kombinasyon halinde bir dizi yaklaşım düşünülebilir.

Hangi florür konsantrasyonlarının erozyon için ideal olduğu konusunda görüşler farklıdır. Düşük fakat sürekli florür konsantrasyonlarının demineralizasyona direnç ve daha etkili remineralizasyon sağladığını gösteren çürüklerle ilgili geçmiş araştırmalardan çıkarımlar yapılır (Featherstone ve ark 1990)(Imfeld 1996). Bununla birlikte, yeni kanıtlar, erozyon için, özellikle polivalent florür formülasyonları (örn. kalay florürler, gümüş florür) kullanıldığında daha yüksek konsantrasyonların daha etkili görüldüğünü göstermektedir. Özellikle, metal iyonu/florür oranındaki bir artış (örn., kalay/florür oranı) daha etkili görünmektedir(Huysmans ve ark 2014). Son olarak, "tek seferlik" bir profesyonel uygulamanın tek başına geçerliliği sınırlıdır;

ancak, sürekli ev uygulamaları ile birleştğinde, olumlu etkiler uzun vadeli ve daha etkili hale gelir.

### 1.6.2. Profesyonel Olarak Uygulanan Florürler

- Jeller ve Köpükler

Profesyonel olarak uygulanan florürler genellikle yüksek konsantrasyonlu nötr Florürlerdir (örn. %2 NaF) ve tek kullanımlık plaklarda jel veya köpük olarak kolayca uygulanabilirler. Köpükler, aynı miktarda florür sağlamak için jellerden daha az malzeme gerektirse de bu yüksek konsantrasyonlardan elde edilen florürün çoğu, kalsiyum ve fosfatın konsantrasyonu ve mevcudiyeti ile sınırlıdır. Bu ürünlerin uygulanmasından önce dişlerin geleneksel profilaksisi tavsiye edilmez ve biyofilm oluşumuna izin verildikten sonra florür uygulaması yapılmalıdır.

Operatörler, günlük vücut ağırlığına göre florür için 5 mg/kg'lık 'olası toksik doz' ölçüsünü aşmaması gerektiğinin farkında olmalı ve yaş tavsiyelerine uyulmalıdır. Yüksek konsantrasyonlu jeller, yutma potansiyeli nedeniyle 10 yaşından küçük çocuklar için önerilmez. Asidüle Fosfat Florür (APF) jelleri de bazı klinisyenler tarafından önerilen yüksek konsantrasyonlu florürlerdir (%1,23 florür). In vitro çalışmalar, APF'nin hem endojen erozyonda hem de özellikle asidik atağın aşırı olduğu şarap tadımcıları erozyonunda yüksek konsantrasyonlu NaF jellerinden daha fazla koruma sağladığını göstermiştir(Jones ve ark 2002)(Mok ve ark 2001). APF'nin tadımdan bir gün önce profesyonel olarak uygulanması ve periyodik olarak hasta tarafından uygulanan evde koruyucu bakım ile takviye edilmesi çok etkilidir. Ek olarak, erozyon lezyonları üzerindeki asitlendirilmiş florür jelleri, nötr florürlerden daha yüksek aşınma direnci gösteriyor gibi görünmektedir (Attin ve ark 1999).

APF'nin pH'ı yaklaşık 3.0-3.5 olmasına ve aşındırıcı durumlar için uygun görünmese de tükürük yetersizliğinde fayda sağlar. Burada, APF'nin düşük pH'ı diş yüzeyini demineralize eder ve dişten gelen kalsiyum iyonlarının, remineralizasyon için APF'deki fosfat ve florür iyonlarıyla birlikte kullanılmasına izin verir.

In vitro çalışmalar, sürekli olarak, Stannous Florür (SnF<sub>2</sub>) gibi iki değerlikli metal iyon florürlerin diş yüzeylerini asit saldırısından koruyabildiğini göstermiştir. Florürün remineralizasyon etkilerine atfedilmesine rağmen, gerçekte bu ürünler

etkilerini, asitte yüksek oranda çözünmeyen kalay florofosfat (ve kalay oksit) çökeltisinin dış yüzeyinde birikmesiyle sağlar. Kalaylı ürünlerin dış macunu olarak sunulduğu durumlarda (örn. ProHealth ürünleri), profilaksi macunları ve jel olarak olarak profesyonel olarak kullanılabilirler.

- Florürlü Vernikler

Florürün fiziksel varlığının artması, florür vernik olarak kullanıldığında da meydana gelebilir. Vernikler, daha uzun bir tükürük akışı süresi nedeniyle tükürükten daha fazla kalsiyum ve fosfatın kullanılmasına izin veren, üstün "temas süresi" nedeniyle daha etkili remineralizasyon sağlayan yüksek konsantrasyonlu florürlerdir (örneğin %5). Bu floridlerin olumlu etkileri, yüksek çürük riski taşıyan hastalar üzerinde yapılan araştırmalara dayansa da bunların erozyon üzerindeki etkilerine ilişkin kanıtlar yavaş yavaş netlik kazanmaktadır. Aşındırıcı bir ortamda, vernikler kendi başlarına eroziv aşınmada etkilidir (yani asit ve mekanik etkinin kombinasyonu)(Vieira ve ark 2007); ancak uzun vadeli etkileri belirsiz görünmektedir ve evde önleyici bir programla desteklenmelidir.

### **1.6.3. Profesyonel Olarak Uygulanan Kalsiyum İçeren Ürünler**

Dişlerin remineralizasyonu için gerekli tüm bileşenleri içeren ürünlerin faydaları kesindir; ancak üreticilerin aşması gereken en büyük engel, yüksek reaktif kalsiyum, fosfat ve florür iyonlarını ayrı tutmak ve depolama sırasında çökelmelerini önlemek, ancak oral ortamda uygulandığında biyolojik olarak kullanılabilir hale getirmektir. Üreticiler tarafından benimsenen genel yaklaşım, statherinlerin ve prolinden zengin proteinlerin kalsiyumu doğal olarak stabilize ettiği, çökelmeyi önlediği, ancak ağız ortamında pH düştüğünde iyonların biyolojik olarak kullanılabilir hale gelmesine izin verdiği tükürüğü taklit eder. Bunun olmasına izin veren bir dizi farklı teknoloji vardır ve bunların başlıcaları Recaldent (CPP-ACP), Tri-kalsiyum fosfat (TCP), biyoaktif cam, STMP ve yumurta kabuk, yumurta zar tozu içeren ürünlerdir.

Remineralizasyon için kalsiyum ve fosfat içeren bir grup ürün, Recaldent teknolojisine sahip ürünlerdir (yani CPP-ACP: kazein fosfopeptid – amorf kalsiyum fosfat). Burada kalsiyum, CPP proteini tarafından stabilize edilir ve tüp içinde depolama sırasında çökelmeyi önler. Uygulamadan sonra, bir asit yüklemesi sırasında oral pH düştüğünde, CPP'den kalsiyum salınarak aşırı doymuş koşullar ve

dolayısıyla remineralizasyon sağlanır(Cochrane ve ark 2010). Florür israfı olmadan daha etkili remineralizasyon sağlamak için florür, Recaldent'e doğru oranlarda dahil edilebilir. CPP-ACP dişe, diş pelikülüne (biyofilm), bakterilere ve yumuşak dokulara bağlanma özelliğine sahiptir ve daha uzun süre yerinde tutulursa daha iyi bağlanır. Recaldent™'in remineralize edici etkinliğini destekleyen pek çok klinik kanıt vardır (Cochrane ve Reynolds 2012). Florür içeren CPP-ACP ürünleri erozyon için tercih edilen seçenek olacaktır. Bu ürünler güvenlidir ve laktoz intoleransı olan hastalarda kullanılabilir. Ancak süt proteini alerjisi olan hastalarda önerilmemektedir. CPP-ACP içeren ürünler, hastaya uygulanan macunların yanı sıra profesyonel olarak vernik olarak da uygulanır. Verniğin doğası gereği sağlanan daha uzun temas süresi nedeniyle kalsiyum, fosfat ve florür yavaşça salınır. Özellikle aşınmış alanlarda veya ağız boyunca kullanılabilir ve evde uygulama için Tooth Mousse Plus (GC Australia) veya MI Plus (GC America) ile desteklenebilir.

Tri-Kalsiyum Fosfat (TCP) Teknolojisi etkili remineralizasyon için kalsiyum, fosfat ve florürün tamamının ağız ortamına dahil edildiği bir yöntem sağlar. Bunu başarmak için, tüp içinde depolama sırasında erken reaksiyonu ve anında çökelmeyi önlemek için tri-kalsiyum-fosfat florürden biyo-aktif olarak izole edilir(Karlinsey ve ark 2010). Tükürük varlığında uygulandığında, TCP ve florür remineralizasyon için biyolojik olarak kullanılabilir hale gelir. Plasebo kontrollü klinik çalışmalar, tek başına florüre kıyasla, florür artı işlevselleştirilmiş TCP kombinasyonunun aşınmış minenin remineralizasyonunu iyileştirebileceğini göstermiştir(Karlinsey ve Pfarrer 2012)(Amaechi ve ark 2010). Bu teknolojiyi içeren ve profesyonel uygulama için kullanılabilen ürünler TCP'li %5 sodyum florür vernikleridir.

Biyoaktif Camlar kemik oluşumunu uyarmak için üretilmiştir. Periodontal cerrahi sırasında kemik defektlerini doldurmak için kullanılır (Hench ve ark 1973). Ana bileşeni, kalsiyum ve fosfatın çökmesi için bir çekirdek görevi gören silikattır. SEM analizi, bioglass uygulamasının dentin tübüllerini kapatan bir apatit tabakası oluşturduğunu göstermiştir. DH yönetiminde bioglass kullanımı NovaMin (NovaMin Technology Inc., FL, ABD) gibi bazı ürünler tarafından gösterilmiştir (Forsback ve ark 2004) Biyoaktif camlar (kalsiyum sodyum fosfosilikat), örneğin NovaMin® (NovaMin Technology Inc., Alachua, FL, ABD ) tarafından geliştirilmiştir, Larry Hench , DH tedavisi için diş macunlarına dahil edilmiştir (Hench 2006). Önerilen



etki şekli, hidrosikarbonat apatitin (HCA) dentin yüzeyine çökeltilmesi ve ardından dentin tübüllerinin tıkanmasıdır (Pradeep ve Sharma 2010, Mneimne ve ark 2011). Çökeltilmiş HCA tabakasının bir avantajı, kimyasal ve yapısal olarak doğal mine ve dentine benzer olmasıdır (Burwell ve ark 2009). Orsini ve ark. tarafından yakın zamanda yapılan randomize çift kör kontrollü bir çalışmada, (HCA) nano kristalleri içeren yeni bir diş macunu ile bir sodyum florür/potasyum nitrat diş macununun klinik etkinliğini 4 ve 8 hafta sonra karşılaştırmış ve çinko-HCA nano kristalleri içeren yeni bir diş macunu formülasyonunun önemli ölçüde azaldığı sonucuna varmıştır (Orsini ve ark 2010). Bununla birlikte, HCA'nın oral ortamda uzun vadeli dayanıklılığı konusunda endişeler olmuştur çünkü beslenme ile oluşabilecek asit ataklarına karşı (örneğin meyve suyu ve gazlı içeceklerin tüketilmesi sırasında) daha kolay çözünür. Florapatit tabakası asit ataklarına karşı daha dirençlidir. Bu nedenle HCA yerine florapatit (FAP) oluşumunun tercih edilmesi daha uygun görülmektedir. Son zamanlarda fizyolojik solüsyonlarda florür içeren biyoaktif camların HCA'dan ziyade FAP oluşturduğu ortaya konmuştur (Brauer ve ark 2010).

Bir diğer alternatif olan yumurta kabuğu tozu (YKT), osteoporozun önlenmesi ve tedavisi için postmenopozal kadınlar için zenginleştirilmiş vitamin-mineral takviyeleri olarak araştırmacıların dikkatini çekmiştir (Rovenský ve ark 2003) (Schaafsma ve ark 2002). YKT, remineralizasyona yardımcı olabilecek zengin bir kalsiyum, fosfor, stronsiyum, çinko, florür ve bakır kaynağıdır (Haghgoo ve ark 2016, Asmawati 2017). Kemik yoğunluğunu artırır (Schaafsma ve Pakan 1999), rezorpsiyon ve ağrıyı azaltır. Hayvanlarda (fare) ve insanlarda test edildiğinde antirazitik etki gösterir (Krompecher 1959). Diş hekimliğinde YKT, pulpa kaplama materyalinde (Salah ve ark 2018), mine erozyonunda ve DH tedavisinde ilgi gördü (Mony ve ark 2015). Yumurta kabukları daha çok remineralizasyon yetenekleri için araştırılmaktadır. Yakın zamanda yumurta kabuğunun çürük lezyonlarının remineralizasyonunu destekleyen zengin bir biyolojik yapı olarak kullanılabilir kalsiyum içeriğine sahip olduğunu bildirmiştir (Haghgoo ve ark 2016).

Remineralizasyonda kullanım potansiyeli olan başka bir bileşik, mine yüzeyine bağlanan ve daha uzun süre adsorbe edilmiş olarak kalan, koruyucu bir tabaka oluşumuna yol açan ve karyojenik bir yükleme sırasında iyonların asit

difüzyonunu sınırlayan STMP'dir (sodyum trimetafosfat). Bu koruyucu bariyer, mineden kalsiyum ve florür iyonlarının difüzyonunu sınırlar (Philip 2019).

#### **1.6.4. Diş Yüzey Koruması (Profilaktik Kaplamalar)**

- Remineralizasyon Potansiyelli Yüzey Koruyucu Kaplamalar

Çürük korumasına karşı yüzey örtücü olarak tasarlanmış cam iyonomer simanlar (GIC) ve rezin modifiye cam iyonomer simanlar (RMGIC) mevcuttur. Bu CİS'ler erozyona karşı koruyucu kaplama olarak da kullanılmıştır. Bu GIC'lerin ve RMGIC'lerin remineralize etme potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için, CPP-ACP, TCP ve ACP teknolojilerini kullanan üreticiler tarafından kalsiyum ve fosfat eklenmiştir. Bu ürünler dentin tübüllerini tıkama yeteneğine sahiptir, böylece aşırı duyarlılığı olan hastalarda anında rahatlama sağlar, etkilenen yüzeyin remineralizasyonunu sağlar ve bir sonraki asit yüklemesine geçici bir bariyer sağlar.

- Remineralizasyon Potansiyeli Olmayan Yüzey Koruyucu Kaplamalar

Remineralizasyon potansiyeli olmayan yüzey koruyucu kaplamalar doğrudan aşınmış diş yüzeylerine uygulandıklarında, asit tehdidine direnebilen bir bariyer oluşturabilirler. Bunlar esas olarak bir miktar doldurucu içerebilen ve fissür örtücülere veya tipik yapıştırıcılara benzeyen rezinlerdir. Yeniden mineralizasyon özelliğine sahip kaplamalara kıyasla tercih edilen bir seçenek değildir; ancak kalınlıklarına ve adeziv özelliklerine bağlı olarak 3 ila 9 ay arasında minimum koruma sağlamaktadır (Buzalaf ve ark 2014). Stresli olmayan bölgelere (örneğin servikal alanlar ve kök yüzeyleri) yerleştirildiğinde ömürleri artar. Bu materyallerin orijinal olarak üretim amacı için tasarlanmayan, ancak alternatifler mevcut olmadığında bir miktar koruma sağlayan 'klinisyen tarafından oluşturulan' uygulamalar olarak adlandırılabilir.

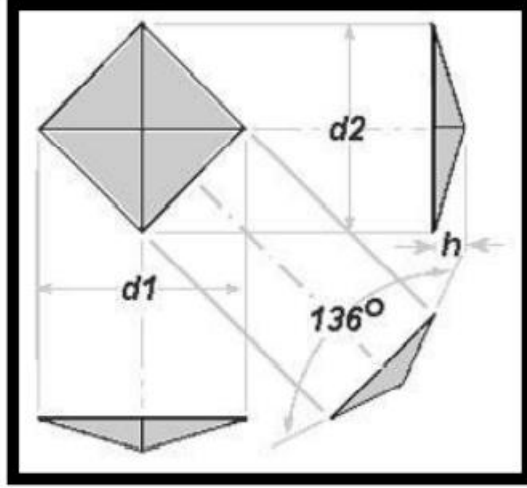
Ek olarak, asitlere karşı koruyucu kaplamalar olarak bu malzemelerin uzun ömürlülüğü hakkında fikir veren sadece birkaç çalışma olmasına rağmen (Wegehaupt ve ark 2013) (Wegehaupt ve ark 2012), bunların restoratif yaklaşımlar olmadığı, ancak uzun sürebilen kısa süreli uygulamalar olduğu unutulmamalıdır. Birkaç ay süreyle ve daha sonra gerektiğinde yeniden uygulanabilir.

## 1.7. Erozyonun Değerlendirilmesi

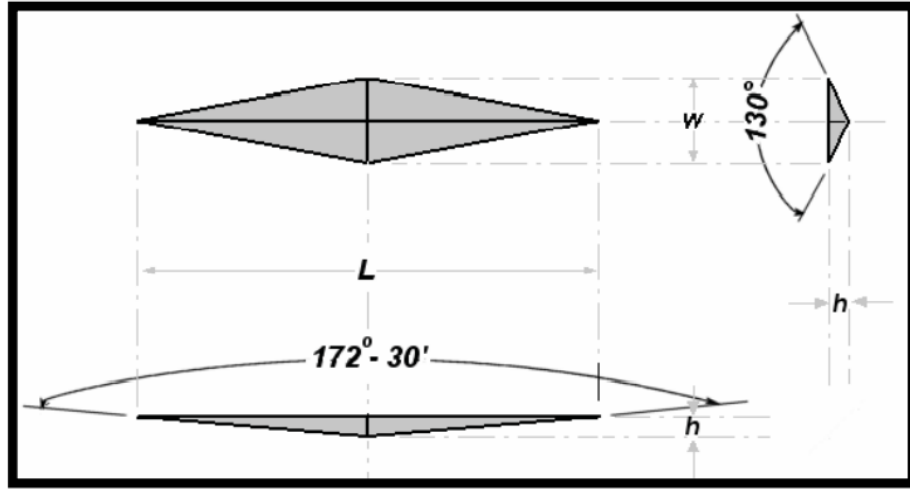
Eroziv etkenlere maruz kalan diş yüzeylerinde birtakım değişiklikler meydana gelebilir. Yüzey sertlik kaybı ve yüzey değişikliklerinin değerlendirilebilmesi için birçok erozyon ölçüm yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlar; katı örneklerin element analizi, iyot geçirgenlik testi, raman spektrofotometresi, konfokal lazer taramalı mikroskobu (CLSM), yüzey mikrosertliği, profilometre, kimyasal analizler, mikroradyografi, taramalı elektron mikroskopu (SEM), enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDX veya EDS), mikro bilgisayarlı tomografi (mikro-CT) ve pürüzlülüğü ölçmek için atomik kuvvet mikroskopudur (AFM) (Attin 2006) (Barbour ve Rees 2004). Diş sert dokularında erozyon nedeniyle oluşan mineral kaybının ölçülebilmesi için pek çok yöntem geliştirilmiştir. Her bir yöntemin farklı avantajları ve dezavantajları olmakla birlikte, henüz ideal bir yöntem yoktur (Elton ve ark 2009).

### 1.7.1. Yüzey Mikrosertlik ölçümü

Mikrosertlik ölçümleri 1925 yılından günümüze değin yapılan çalışmalarda; demineralizasyonun ve remineralizasyonun minedeki etkilerini belirlemekte kullanılmaktadır. Bu yöntemle; ışık mikroskobu altında, mine örneğinin yüzeyine belirli kuvvette uygulanan eşkenar yüzeyli Knoop ya da 4 kenarlı piramid formdaki Vickers elmas uçlu iğnenin lezyon yüzeyinde oluşturduğu penetrasyon derinliğinin değerlendirilmesi ile hesaplanır. Oluşan izleri derinliklerinin değerlendirilerek cismin sertlik değerinin belirlendiği cihazdır (Featherstone ve ark 1983). Elmas ucun lezyonun farklı bölgelerinden elde ettiği penetrasyon derinlikleri ölçülerek "Vickers veya Knoop" sertlik değeri olarak kaydedilir. Daha sonra bu değerler sağlam mine yüzeyine ait değerler ile karşılaştırılır (Featherstone ve ark 1983) (Smith 1986). Mine yüzeyinde sadece 25 µm derinliğe kadar ölçüm yapılabilmesi, dentinde hassas sonuç alınamaması ve mineral içeriğinin direkt belirlenememesi dezavantaj olarak belirtilirken, tekrarlayan ölçümlerin yapılabilmesi, uygulanabilirliğinin kolay olması ve diğer tekniklerden nispeten düşük maliyeti ise avantajları arasındadır. Aside maruz kalmış diş sert dokularındaki erozyon lezyonlarının veya başlangıç çürük lezyonlarının araştırıldığı *in-situ* ve *in-vitro* demineralizasyon remineralizasyon çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır (Lussi ve ark 2000) (Maggio ve ark 2010).



Şekil 7.1.1 Vickers ucunun şekli ve ucu oluşturan açılar



Şekil 7.1.2. Knoop ucunun şekli ve ucu oluşturan açılar

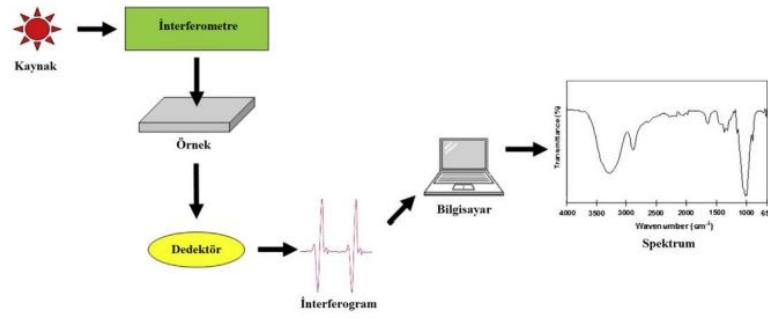
### 1.7.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

Günümüzde çeşitli elektron mikroskopları bulunmakla birlikte dış hekimliğinde en çok kullanılanları; taramalı elektron mikroskop (Scanning Electron Microscope = SEM) ve transmisyon elektron mikroskobu (TEM)'dir. SEM mine yüzeyinin topografik yapısının ve meydana gelen değişikliklerin incelenmesine olanak tanıyan bir elektron mikroskobudur. İlk olarak 1965 yılında kullanılmıştır (McMullan 1995). SEM'de yüksek voltaj ile hızlandırılan elektronlar ile dış yüzeyinin taranması sırasında, elektron ve yüzey atomları arasındaki etkileşim algılayıcılarda toplanır. Sinyal güçlendiricilerinden geçtikten sonra katot ışınları tüpünün ekrana gönderilmesiyle görüntü elde edilir. Modern sistemlerde cihazlardan gelen sinyaller dijital sinyallere dönüştürülüp bilgisayar ekranına gönderilmektedir

(Arends ve Ten Bosch 1992). SEM ile taranacak numuneler öncelikle uygun bir şekilde dokudan alınmalı ve hazırlanmalıdır. Mikroskoba yerleştirilebilecek boyutta olmalı ve vakum sırasında mikroskopta stabil kalabilmeli, elektriksel olarak örnek iletken olmalıdır. Birçok mineral içerikli örnek metal ile kaplanmalıdır (Dunlap ve Adaskaveg 1997). Görüntü alınacak yüzeyin metal ya da karbon iyonlarıyla kaplanması nedeniyle in-vivo çalışmalarda kullanılmadığı gibi tekrarlayan ölçümlerin yapılamaması, ıslak numunelerde kullanılmaması yöntemin dezavantajıdır (Joshi ve ark 2016). Numunelerin 100.000 kez büyütülerek yüzey yapıları ile ilgili detaylı ve çok hassas bir şekilde incelenmesi imkânı sağlaması ise yöntemin avantajını oluşturmaktadır. SEM ile başlangıç mine lezyonlarının yüzey morfolojilerinin incelendiği birçok in-vitro çalışmada altın standart olarak kullanılmaktadır (Huang ve ark 2009)(Najibfard ve ark 2011)(Lelli ve ark 2014). Bunun yansira dental erozyon araştırmalarında tek başına ya da sekonder kantitatif teknikleri destekleyici yöntem olarak erozyona uğramış mine yüzeylerinden görüntü elde edilmesinde kullanılır (Ferrazzano ve ark 2012)(Barbour ve Rees 2004).

### **1.7.3. Zayıflatılmış toplam yansıma Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi (ATR-FTIR)**

Kızılötesi spektroskopi analizleri bir maddedeki moleküller ve konsantrasyonu hakkında bilgi edinmemizi sağlayan analizlerdir. Birçok kızılötesi spektroskopisi arasından en yaygın kullanılanı Fourier Dönüşümlü Kızılötesi spektroskopisidir (Fourier-transform infrared spectroscopy-FTIR) (Smith 2011). Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi, moleküllerin kızılötesi ışığını absorpsiyonu ile titreşim ve dönme enerji seviyelerine uyarılmalarının ölçümüne dayanan bir yöntemdir. FTIR spektrumları ile, kimyasal konsantrasyon, kompozisyon, yapı ve içerilen fonksiyonel gruplar gibi pek çok kalitatif ve kantitatif bilgi elde etmek mümkündür (Sreedhar ve ark 2015). FTIR spektroskopisi kızılötesi ışık kaynağı, interferometre ve dedektörden oluşmaktadır. Kızılötesi kaynağından çıkan ışın, ışın bölücü, sabit ve hareketli aynalardan oluşan interferometreden yansdıktan sonra örnekten geçer. Örnek bu ışının bir kısmını absorbe ederken, kalan ışın dedektöre ulaşır. Absorbe edilen kısmın belirlenebilmesi için referans olarak kullanılan bir lazer ışınıyla karşılaştırılır. Sonrasında elde edilen interferograma bilgisayar aracılığıyla Fourier dönüşümü uygulanarak FTIR spektrumu elde edilir (Mohamed ve ark 2017).



Şekil 7.3.1: FTIR spektrometrenin şematik olarak gösterimi (Mohamed ve ark 2017)

Azaltılmış Toplam Yansıma (Attenuated total reflectance) (ATR-FTIR) tekniği ise orta kızılötesi spektruma duyarlı olup, numuneye temas eden bir kristale belirli bir açıyla gönderilen kızılötesi ışındaki değişimleri bir dedektör yardımıyla ölçer. ATR tekniği FTIR'dan farklı olarak absorpsiyon bantlarının dalga boyunda azalma meydana getirerek daha kolay bir yöntemle ve örnek kalınlığından bağımsız olarak spektrum analizlerine olanak sağlar. Bu spektroskopik teknik, uzun örnek hazırlama prosedürlerine gerek duyulmadan, örneğe zarar vermeden hızlı, hassas, tekrarlanabilir ve etkin sonuçların elde edilmesi bakımından avantajlıdır (Mohamed ve ark 2017).

Elektromanyetik spektrum bölgesinde kızılötesi ışınım (IR), dalga sayısı olarak yaklaşık  $13000-10\text{ cm}^{-1}$  veya dalga boyu  $0,78-1000\text{ }\mu\text{m}$  olan bölgeye düşer. Kızılötesi spektroskopisi, dalga sayısına göre üç kısma ayrılmaktadır. Bunlar, yakın infrared bölgesi ( $12000-4000\text{ cm}^{-1}$ ), orta infrared bölgesi ( $4000-400\text{ cm}^{-1}$ ), uzak infrared bölgesi ( $400-100\text{ cm}^{-1}$ ) şeklindedir. Genelde uygulama için kullanılan  $4000-400\text{ cm}^{-1}$  arası olan spektrum bölgesidir (Smith 2011).

Orta – infrared bölgesindeki absorpsiyon ve yansıma spektrometrisi, organik ve biyokimyasal maddelerin yapılarının aydınlatılmasında oldukça önemli bir yöntemdir. Bu bölgede geçirgen bir çözücü olmadığı için, numune hazırlama işlemi bir infrared spektrometrik analizin en zor ve zaman alıcı kısmıdır. Fakat son zamanlarda gelişen teknoloji ile birlikte oldukça az emekle, çok çeşitli numune tiplerinin (polimerler, kauçuklar ve diğer benzeri katılar gibi) analizi yapılabilmektedir (Skoog ve ark 2000).

Kızılötesi soğurma spektroskopisinde, IR ışınları molekülün titreşim hareketleri tarafından soğurulmaktadır. FTIR sisteminde sinyal çözme işlemi

"Fourier transform" ismi verilen matematiksel bir dönüşüme dayanır. Matematiksel Fourier dönüşümü spektroskopisinde ışın şiddeti, zamanın bir fonksiyonu olarak alınır. Her dalga boyunu ayrı ayrı tarama gerekmeksizin hızlı ve yüksek çözünürlükte spektrumlar elde edilebilir. Bu sistemle katı, sıvı ve gaz örneklerin infrared spektrumları kaydedilebilir (Smith 2011).

Özellikle Azaltılmış Toplam Yansımali (ATR) cihazlarda numuneden doğrudan ölçüm alınabilmektedir. Bu sistemde numune elmas bir kristal üzerine sıkıca bastırıldığında, gelen ışın elmas kristalden geçerek numunede 2 mikron kadar ilerler. Tekrar aynalar vasıtasıyla dedektöre ulaşır. Böylece numunedeki absorpsiyon gözlenir (Skoog ve ark 2000).

## **AMAÇ**

Bu in vitro çalışmanın amacı, alkolsüz asitli içecek ve asidik ilaç tarafından oluşan erozyona karşı koruma sağlamak için flor vernik, biyoaktif cam vernik, sodyum-tri-metafosfatla muamele edilen ve yumurta kabuk ve zar tozu içeren verniklerinin etkisini, Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntüleri, Zayıflatılmış toplam yansıma Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi (ATR-FTIR) ve yüzey mikro sertlikleri ölçülerek değerlendirmektir.

Bu in vitro çalışmanın sıfır hipotezi, alkolsüz asitli içecek ve asidik ilaç tarafından oluşan erozyona karşı koruma sağlamak için flor vernik, biyoaktif cam vernik, sodyum-tri-metafosfatla muamele edilen ve yumurta kabuk ve zar tozu içeren verniklerinin etkileri arasında olmadığıdır.

## 2.GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 21132113 numaralı proje ile desteklenmiştir. Çalışma "Selçuk Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Değerlendirme Komisyonu"ndan alınan 11.06.2021 tarih, 2021/34 toplantı sayılı 1 başkan 11 üyenin onayı ile Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Merkezi, Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi kliniği ile Selçuk Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi ve Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir.

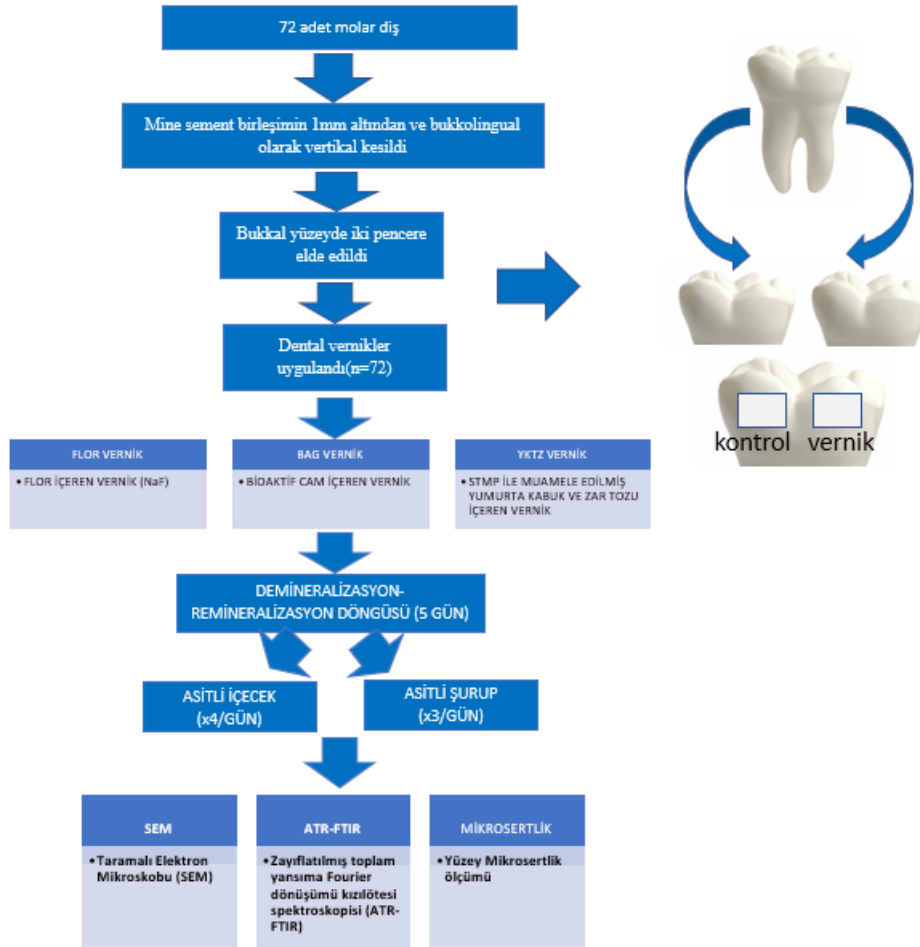
Bu çalışmada, flor vernik (FV, Metroberry, Imicryl, Türkiye), biyoaktif cam içeren vernik (BAG, Polimo Varnish, Imicryl, Türkiye), sodyum-tri-metafosfatla muamele edilen ve yumurta kabuk ve zar tozu içeren vernik (YKZT, Bio Viera, Imicryl, Türkiye) mine yüzeyleri üzerinde hazırlanan alana uygulanarak asitli şurup ve asitli içecek erozyon döngüsüne maruz bırakılmış ve bu verniklerin erozyona karşı koruyuculukları;

- Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) görüntüleri,
- Zayıflatılmış toplam yansıma Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi (ATR-FTIR)
- Yüzey Mikro sertlikleri ölçülerek değerlendirilmiştir.



Tablo 2.1.Çalışmada kullanılan gruplar ve kısaltmaları

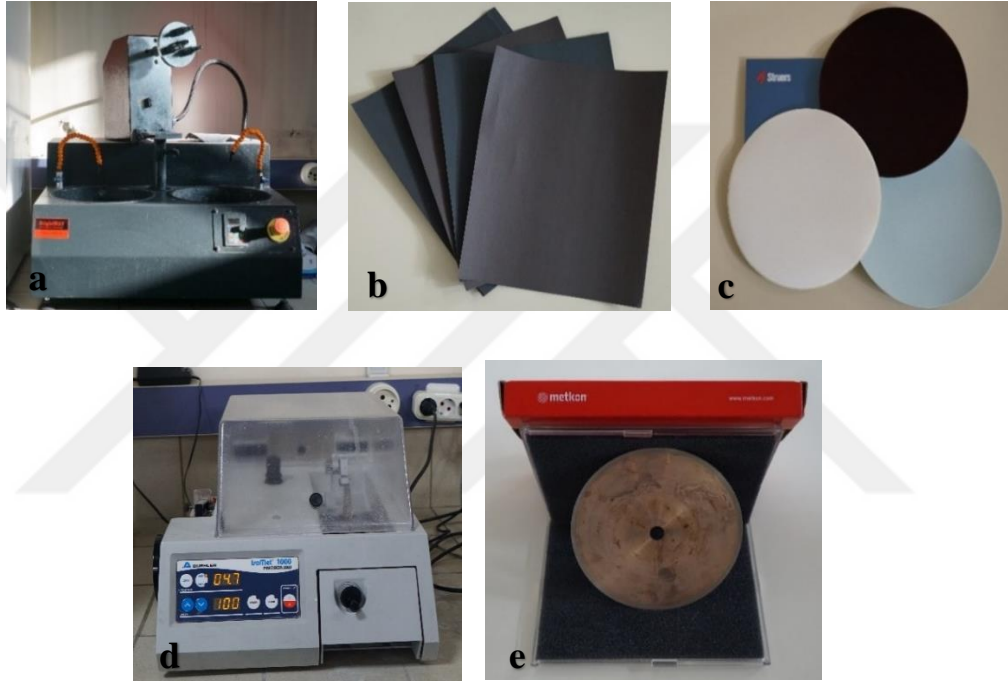
	Gruplar
<b>FV</b>	Flor Vernik Grubu
<b>FV-K</b>	Flor Vernik Kontrol Grubu
<b>BAG</b>	Biyoaktif Cam Vernik Grubu
<b>BAG-K</b>	Biyoaktif Cam Vernik Kontrol Grubu
<b>YKZT</b>	STMP ile Muamele Edilmiş Yumurta Kabuk ve Zar Tozu Vernik Grubu
<b>YKZT-K</b>	STMP ile Muamele Edilmiş Yumurta Kabuk ve Zar Tozu Vernik Kontrol Grubu



Şekil 2.1. Deney Düzenliği Şeması

## 2.1.Mine örneklerinin hazırlanması

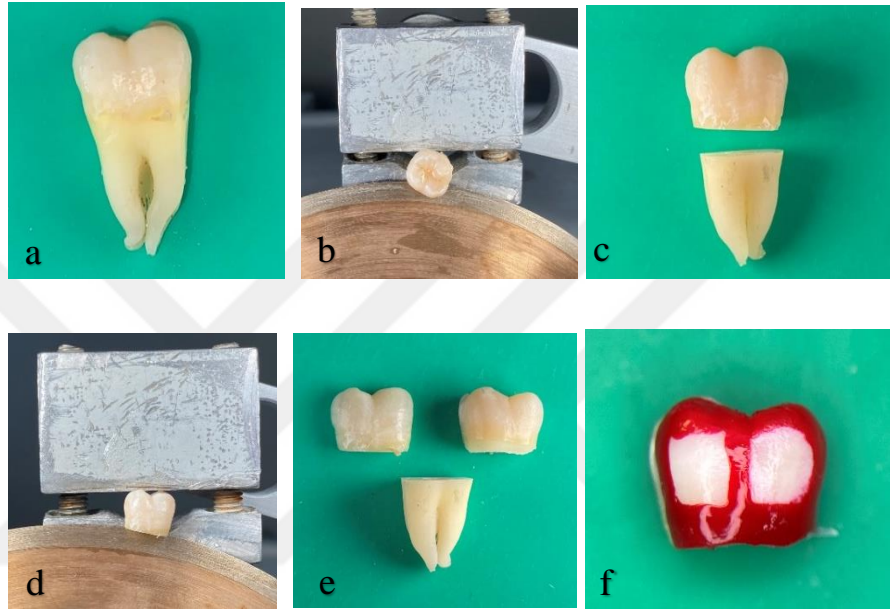
Bu çalışmada 72 adet çekim endikasyonu olan molar diş kullanılmıştır. Dişler kırık, çatlak, çürük ve restorasyon varlığı açısından stereo mikroskop altında incelendi. Yüzeyinde herhangi bir defekt bulunan dişler çalışma dışı bırakıldı. Diş seçiminde ayrıca nispi boyutlara (~2,5 cm uzunluk, 1.2 cm genişlik ve bukkolingual yüzeyinde 1.0 cm kalınlık), morfolojik olarak benzer bukkal mine yüzeyleri bulunmasına dikkat edildi. Dişler % 0,1 timol solüsyonunda en fazla 2 ay içinde işleme tabi tutulacak şekilde +4°C'de saklandı (Soares ve ark 2009).



Şekil 2.1.1. Mine örneklerinin hazırlanmasında kullanılan a.Zımparalama Cihazı b.Zımparalar c.Diskler d. İsoMet Cihazı e. Elmas separe

Dişlerin üzerindeki doku artıkları periodontal küret (7/8; Duflex, Rio de Janeiro, RJ, Brezilya), polisaj lastiği ve pomza kullanılarak uzaklaştırıldı. Dişler sıra ile 800, 1200, 2400 ve 4000 grit silikon karbür zımpara kağıtları kullanılarak (SiC-Paper, Struers A/S, Kopenhag, Danimarka) distile su ile dönen bir cila makinesinde (Struers Labopol-1, Danimarka) organik kirleri gidermek için zımparalandı (Şekil 2.1.1. a, b, c). Kökler daha sonra su soğutmalı düşük hızlı elmas testere (~100 g kütle, ~400 rpm, Isomet 1000 – Buehler, Bluff Gölü, IL, ABD) kullanılarak mine sement birleşiminin 1 mm altından labio-lingual ve uzun eksene dik olarak kronlardan kesildi (şekil 2.1.1. a ve b). Her dişten iki adet mine bloğu yaklaşık 8 mm

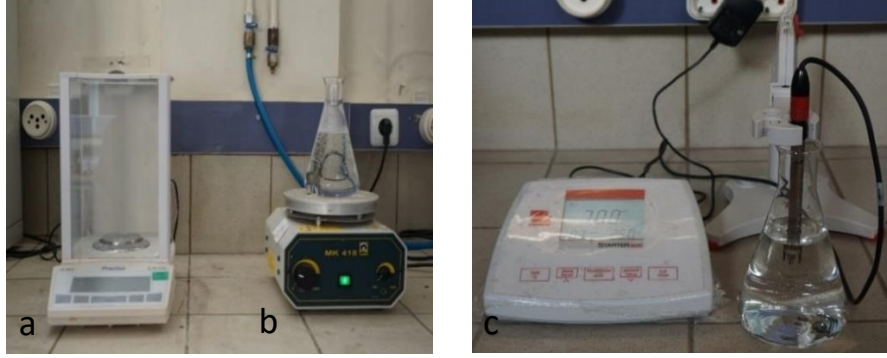
uzunluk, 8 mm genişlik ve 4 mm kalınlık elde etmek üzere kesitlere ayrıldı (Şekil 2.1.2 a,b,c,d,e ). Hazırlanan mine blokları kontrol ve deney için orta hatları tırnak cilası ile işaretlendi. Numunelerin açıkta kalan dentin tübüllerinden asit girişini engellemek için 2 kat tırnak cilası (Max Factor, Fransa) ile kaplanarak aside dayanıklı hale getirildi. Bukkal minede deney ve kontrol grubu olmak üzere 2x3 mm genişliğinde iki adet pencere oluşturuldu (Şekil 2.1.2 e). Daha sonra örnekler 37 °C'de etüvde bekletildi.



Şekil 2.1.2. Örnek hazırlama işlemleri **şekil a**. Seçilmiş molar diş **b**. Dişlerin kron kısmının separe ile ayrılması işlemi **c**. kron kısmı ayrılmış molar diş **d**. bukkolingual yönde kullanılarak bukkal yüzey eldesi **e**. bukkal mine yüzeyi elde edilmesi **f**. pencerelerin oluşturulması

## 2.2. Yapay Tükürük hazırlanması

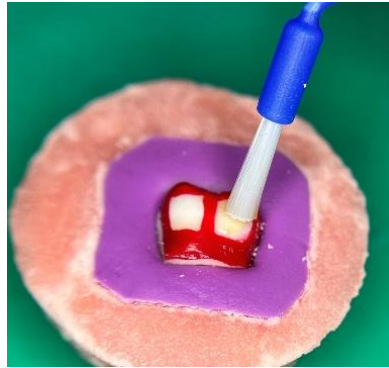
Çalışma aşamalarında kullanılan yapay tükürük içeriğinde 125.6 mg/L NaCl, 963.9 mg/L KCl, 227.8 mg/L, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, 178 mg/L NH<sub>4</sub>Cl, 189.2 mg/L KSCN, 336.5 mg/L Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 200 mg/L Urea (CH<sub>4</sub>N<sub>2</sub>O), 630.8 mg/L NaHCO<sub>3</sub>, 654.5 mg/L KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> bulunmaktadır. Bütün malzemeler hassas terazi (Precisa XB 220A, İsviçre) (ŞEKİL2.2.1.a) ile ölçümleri yapılarak, içerisinde distile su ve tabanında magnet bulunan deney kabının içerisine sırayla eklenerek berraklık sağlanıncaya kadar manyetik karıştırıcıda karıştırıldı (Şekil 2.2.1.b). Yapay tükürük pH'sı, KOH kullanılarak 6.8'e ayarlandı (Gal ve ark 2001) (Şekil 2.2.1.c.) Hazırlanan tükürük solüsyonu filtre edilerek otoklavda steril edildi.



Şekil 2.2.1: Yapay tükürük hazırlamada kullanılan **a.** hassas terazi, **b.**manyetik karıştırıcı **c.**pH metre cihazı.

### 2.3. Vernik tedavisi

Çalışmada kullanılan vernikler içerikleri, üretici firmaları ve lot numaraları Tablo 2.4.1. verilmiştir. Vernik uygulamasından önce örnekler deiyonize su ile iyice durulandı ve rastgele 3 gruba ayrılarak örneklere flor vernik, biyoaktif cam vernik ve STMP ile muamele edilen yumurta kabuk ve zar tozu içeren vernikler örneklerin sağ penceresine bir mikrofırça yardımıyla 4 dakika boyunca uygulandı, diğer pencere kontrol grubu olarak kullanıldı (Şekil 2.3.1). Tüm örnekler 37°C'de 24 saat yapay tükürük içerisinde bekletildi.



Şekil 2.3.1. Vernik uygulaması

### 2.4 Demineralizasyon ve remineralizasyon döngüleri

Farklı vernik tiplerine göre üç gruba ayrılan dişler eroziv döngülere tabi tutulmak üzere asitli içecek ve şurup olarak rastgele iki alt gruba ayrılmıştır.

#### 2.4.1. Asitli ilaç döngüsü






Kullanılan erozyon protokolü önceki çalışmalardan uyarlanmıştır(Gomes ve ark 2017) (Scatena ve ark 2014, Nahorny ve ark 2017). Kullanılan şurup daha önce yapılan ön çalışma ile belirlenmiştir. Atarax PH'sı pHmetre cihazı (Ohaus ST2100F pHmetre) ile 2.25 olarak ölçülmüştür. Kullanılan eroziv döngü protokolü, olağan günlük alım sayısını simüle etmek için 5 gün boyunca günde 3 kez 1 dakika boyunca 3 ml ilaca daldırıldı (15 daldırma döngüsü). Çözeltinin titre edilebilir asitliğini ölçmek için, pH'sını 7'ye getirmek için gereken 0.1 mol NaOH hacmi  $0,54\pm 0,01$  ml olarak ölçüldü. Numuneler her daldırma döngüsünden sonra distile su ile yıkandı ve bir sonraki daldırma döngüsüne kadar  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de etüvde 3 ml yapay tükürük içinde bekletildi.

#### 2.4.2. Asitli içecek döngüsü

Aşındırıcı eroziv madde olarak asitli içecek (Coca-Cola, Ankara, Türkiye) kullanıldı. Asitli içeceğin 20 ml numuneler halinde pH'sı 3 kez ölçüldü, pH ortalama  $2.6\pm 0.1$  olarak ölçüldü. Çözeltinin titre edilebilir asitliğini ölçmek için, pH'sını 7'ye getirmek için gereken 0.1 mol NaOH hacmi 3.3 ml olarak ölçüldü.

Erozyon döngüsü için 30 ml'lik tüpler kullanıldı. Her defasında içeceğin pH'sı  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de pH metre ile ölçüldü. Numuneler, her seferinde 5 dakika boyunca günde 4 kez düzenli aralıklarla belirlenen sıcaklıkta 10 devir/dakika hızında bir döner karıştırıcı üzerindeki asitli içeceğe (20 ml/numune) daldırıldı ve günde toplam 20 dakika eroziv içeceğe maruz bırakıldı. Numuneler her daldırma döngüsünden sonra distile su ile yıkandı ve bir sonraki daldırma döngüsüne kadar  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de etüvde 3 ml yapay tükürük içinde bekletildi. Kullanılan içecekler ve yapay tükürük günlük olarak değiştirildi. Demineralizasyon döngüleri sırasında, gazın içecekten çıkması pH'sını artırabileceği ve hidroksiapatiti çözme potansiyelini azaltabileceği için numuneler hava geçirmez şekilde kapatılmış kaplarda tutuldu.

Tablo 2.4.1. Çalışmada Kullanılan Demineralizasyon ve remineralizasyon ajanları, içerikleri, üretici firmaları ve Lot numaraları

<i>Demineralizasyon ve Remineralizasyon Materyalleri</i>	<i>İçerik</i>	<i>Üretici Firma Lot Numarası</i>
<p><b>Coca Cola ®</b></p> 	Su, Şeker, Karbondioksit, Renklendirici (Karamel), Asitliği Düzenleyici (Fosforik Asit), Doğal Aroma Vericiler, Kafein (Maks. 0,150 G/L).	The Coca-Cola Company, ABD 11201
<p><b>Atarax ®</b></p> 	Hidroksizin Dihidroklorür, Etanol, Sukroz, Sodyum Benzoat, Levomentol, Fındık Aroması ve Saf Su	UCB PHARMA (İstanbul, Türkiye) 26300
<p><b>Metroberry Vernik (Flor vernik -FV)</b></p> 	Sodyumflorür 22600 ppm, Solvent, Organik Reçine, Ksilitol, Aroma	IMICRYL (Konya, Turkey) 18222
<p><b>Polimo Vernik (Biyoaktif Cam Vernik-BAG)</b></p> 	Sodyum Florür, Trikalsiyum fosfat, Biyoaktif Cam, Etil Alkol, Organik bağlayıcı, Ksilitol, Aroma	IMICRYL (Konya, Turkey) 19043
<p><b>Bio Viera Vernik (STMP ile Muamele Edilmiş Yumurta Kabuk ve Zar Tozu Vernik-YKZT)</b></p> 	Organik Reçine, Etil Alkol, Ksilitol, Aroma, Sodyum TriMetafosfatla muamele edilmiş yumurta kabuğu membran proteini ve Yumurta Kabuğu Tozu	IMICRYL (Konya, Turkey) 19116

## 2.5. SEM analizi

Taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizi Selçuk Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde gerçekleştirildi.

Mine örneklerinin 5 günlük remineralizasyon demineralizasyon döngüsünden sonra yüzey özelliklerinin incelenmesi için 1 adet diş distile su ile yıkandı, yumuşak bir bez yardımıyla yüzeyleri temizlendi. 2 gün yapay tükürük içinde daha sonra

distile su ile durularak 2 gün inkübatör cihazında kurutulması için bekletildi (Şekil 2.5.1.).



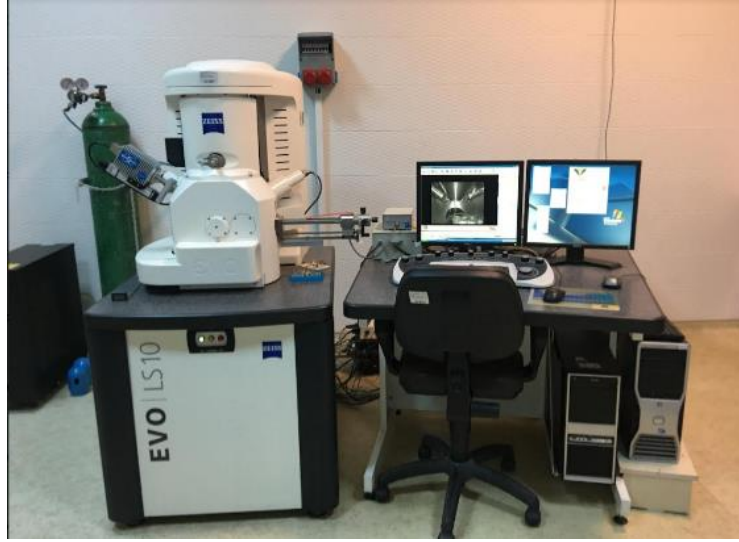
Şekil 2.5.1.İnkübatör Cihazı

Örneklerin işleme tabi tutulmuş yüzeyi altın kaplama cihazı (Sputter Coater 108 Auto, Cressington Scientific Instruments Ltd, Watford, İngiltere) (Şekil 2.5.2) ile kaplandı. Hazırlanan yüzeyler x5000 ve x10000 büyütme ile SEM (Evo LS10 (Carl Zeiss, Oberkochen, Germany SEM-ZEISS LS-10, İngiltere) (Şekil 2.5.3) görüntüleri alındı.



Şekil 2.5.2. Altın kaplama cihazı (Sputter Coater 108 Auto, Cressington Scientific Instruments Ltd, Watford, İngiltere)





Şekil 2.5.2. SEM Cihazı (Evo LS10 (Carl Zeiss, Oberkochen, Germany SEM-ZEISS LS-10, İngiltere)

## 2.6. Zayıflatılmış Toplam Yansıma Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi (ATR-FTIR)

Mine kimyasal yapısındaki değişiklikler, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezinde (Karaman, Türkiye) bulunan ATR (Attenuated Total Reflection) ünitesi (Pike Tech) ile donatılmış bir FTIR (Fourier-transform infrared spectroscopy-Spectrum 100, PerkinElmer Life and Analytical Sciences, ABD) spektrofotometre cihazı ile ölçüldü (Şekil 2.6.1).

Örnekler FTIR analizleri için erozyon döngüsü sonrası deiyonize distile su ile yıkandı ve kurutuldu. Vernik uygulanarak ve vernik uygulanmadan erozyona tabi tutulan mine yüzeyleri hassas bir şekilde tungsten karbit frez kullanılarak toz halinde numuneler elde edildi (Şekil 2.6.2.a), 2 ml'lik kapaklı tüpler içerisine alındı (Şekil 2.6.2.b). Numuneler, ATR ünitesinin elmas kristal yüzüne yerleştirildi. Mikrometre kelepçesinin ucunun numunelere teması sağlandı. Daha sonra, numuneler 400-4000  $\text{cm}^{-1}$  spektrum aralığında 32 kez 4  $\text{cm}^{-1}$  çözünürlükte taranarak numune başına bir absorbans spektrumu elde edildi. Havada bulunan su buharı ve karbondioksit gazından gelen spektrum sinyallerini en aza indirmek için, spektrometrenin içi 20 dakika kuru hava oluşması beklendi. Her gruptan 6 adet numuneye ait spektrum verileri DPT dosyası olarak kaydedildi.

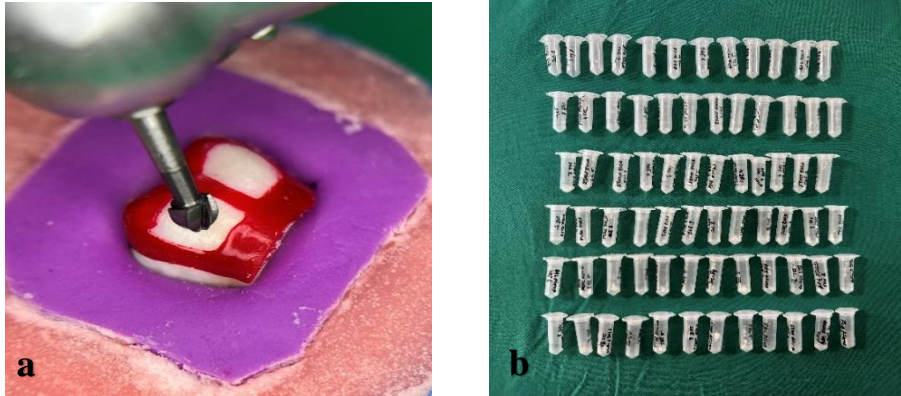


Oluşan spektrumlardan numunelerin;

1.  $\text{CO}_3^{-2}$  ve  $\text{PO}_4^{-3}$  pik spektrumları
2. Karbonat  $\nu_2$  ( $850\text{--}890\text{ cm}^{-1}$ ), fosfat  $\nu_1, \nu_3$  ( $900\text{--}1,200\text{ cm}^{-1}$ ), B-tipi karbonat ( $1,050\text{--}1,090\text{ cm}^{-1}$ ), fosfat ( $930\text{--}980\text{ cm}^{-1}$ ), A tipi karbonat ( $1300\text{--}1650\text{ cm}^{-1}$ ) bant alanları
3. Karbonat ( $\text{CO}_3^{-2}$ )/Fosfat( $\text{PO}_4^{-3}$ ) oranları tespit edildi.



Şekil 2.6.1. ATR (Attenuated Total Reflection) ünitesi (Pike Tech) ile donatılmış bir FTIR (Fourier-transform infrared spectroscopy-Spectrum 100, PerkinElmer Life and Analytical Sciences, ABD) spektrofotometre cihazı



Şekil 2.6.2. a.Mine yüzeylerinin hassas bir şekilde tungsten karbit frez kullanılarak toz halinde numuneler elde edilmesi b. Numunelerin saklanması

## 2.7. Mikrosertlik Analizi

Örneklerdeki mine demineralizasyon oranlarını değerlendirmek amacıyla mikrosertlikteki değişimler incelendi ve ölçümler Vickers mikrosertlik değerleri ile ifade edildi. Mikrosertlik ölçümleri, Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Uygulama ve Araştırma laboratuvarında Vickers ucu bulunan mikrosertlik analiz cihazı (Hardway-mhvs 1000 AD, Çin) ile yapıldı (Şekil 2.8.1). Ölçümler 10 saniye boyunca 100 gr kuvvet uygulaması ile yapıldı. Numuneler kadranlara ayrıldı. Mikrosertlik ölçüm cihazı üzerindeki tablaya alt ve üst yüzeyi birbirine paralel hazırlanan diş kesit örnekleri, yukarıya bakacak şekilde yerleştirildi. Vickers sertlik değeri, aygıt üzerinde bulunan hesaplama cihazı ile otomatik olarak hesaplandı. Açıkta kalan yüzeyin kenarlarına yakın alanlardan kaçınarak, her çeyreğin merkezinde girintiler yapıldı. Vickers elmas ucunun oluşturduğu çentiğin diagonal uzunluğu cihazın üzerinde yer alan mikroskoptaki ölçüm sistemi aracılığıyla saptandı. Mikrosertliklerin ilk ölçümü numunelerin hazırlanmasından hemen sonra sağlam minede yapıldı (Şekil 2.8.1). Örnekler daha sonra iki bölüme ayrıldı. Sağ kısmına vernik uygulandı. Sol kısmı kontrol olarak kullanıldı. 5 günlük asitli içecek ve erozyon döngüsünden sonra yüzeyler temizlendi. Sağ ve sol pencerenin mikrosertlik değerleri ölçüldü. 3 kez ölçüm yapıldı. Toplamda 6 test grubunun tüm diş örneklerinde(n=5), 3 çentik oluşturuldu ve yüzeydeki her piramidal elmas çentik 40X büyütmede ölçüldü.



Şekil 2.8.1. Vickers mikrosertlik analiz cihazı (Hardway-mhvs 1000 AD, Çin)

## 2.8. İstatistiksel analiz

Tüm istatistiksel analizler SPSS, 29.0.0 (IBM SPSS, Chicago, Illinois, ABD) veri analiz programı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada öncelikle dağılımın normalliği Kolmogrov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testi ile kontrol edilmiştir ve anlamlılık düzeyi tüm analizler için %5 ( $\alpha=0,05$ ) olarak belirlenmiştir. Mikrosertlik ve ATR-FTIR ölçümlerinin sonuçları için verilerin normal dağıldığı belirlendi. Daha sonra, elde edilen sonuçlardaki farklılıklar, tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ile belirlendi. Gruplar arası farklılıkları belirlemek için Post-Hoc Tukey testi kullanıldı. ATR-FTIR sonuçlarına göre grup içi karşılaştırmalar t testi ile yapıldı.



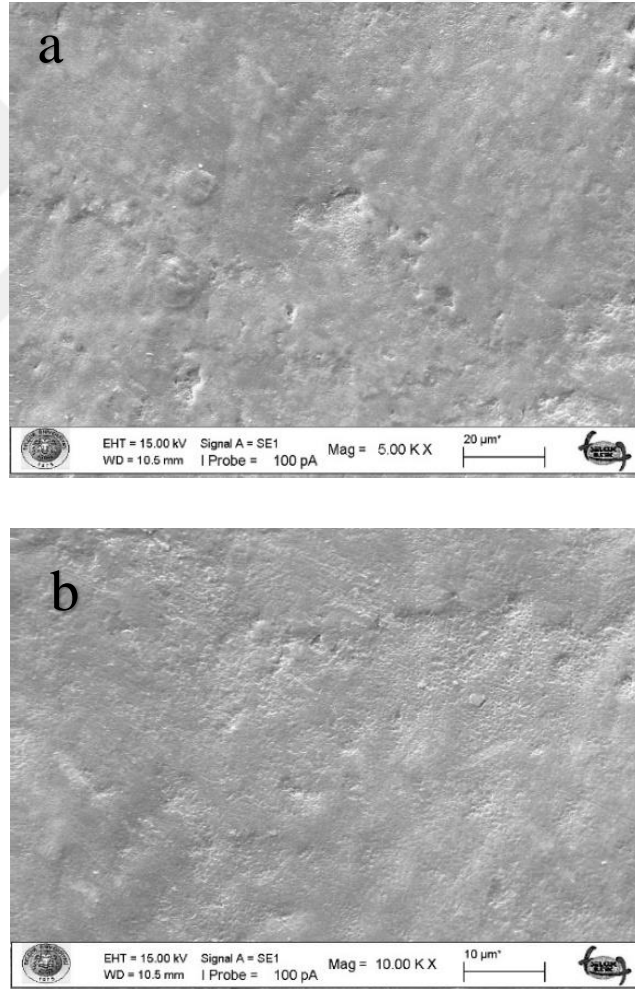
### 3.BULGULAR

#### 3.1. SEM BULGULARI

Demineralizasyon-remineralizasyon siklusu uygulanan grupların her birinden birer örnek seçilerek örnekler 5000x ve 10000x büyütme altında SEM görüntüleri incelenmiştir. Bu değerlendirme yönteminde vernik uygulanmış ve uygulanmamış minenin düz yüzey alanın görüntüleri incelendi.

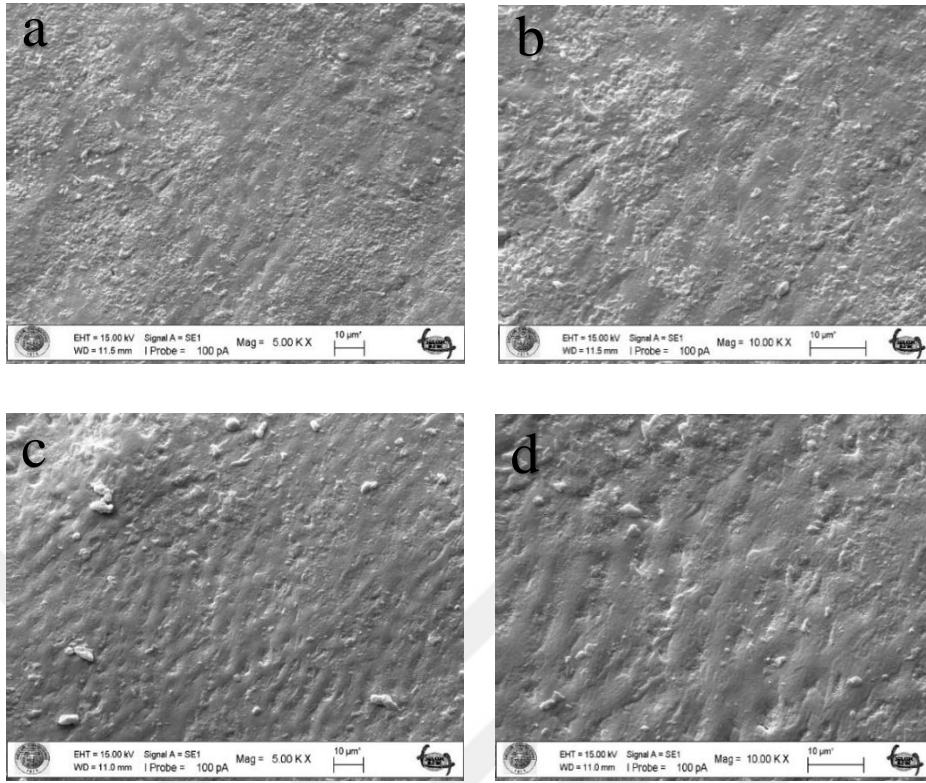
##### 3.1.1.Sağlam Mine SEM Görüntüsü

İşlem uygulanmamış mine yüzeyinde herhangi bir çatlak ya da defekt söz konusu olmadan yüzeyin devamlılığı ve düzgünlüğü görüldü (ŞEKİL 3.1.1 a ve b).



Şekil 3.1.1. a; İşlem yapılmamış sağlam mine SEM görüntüsü x5000 b; İşlem yapılmamış sağlam mine SEM görüntüsü x10000

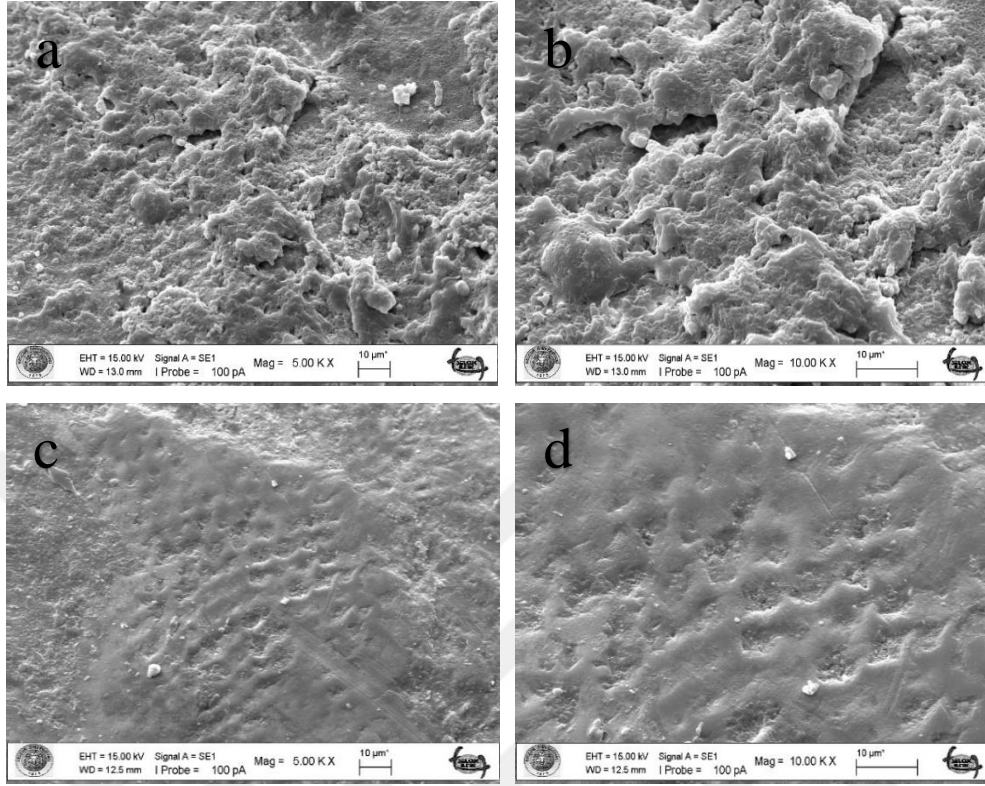
### 3.1.2. Flor Vernik ve Asitli Şurup Grubu



**Şekil 3.1.2. a;** FV uygulanmış minenin asitli şurup ile demineralize edildikten sonraki SEM görüntüsü (**x5000**) **b;** FV uygulanmış minenin asitli şurup ile demineralize edildikten sonraki SEM görüntüsü (**x10000**) **c;** asitli şurup ile demineralize edilmiş örnekte FV uygulanmamış mine görüntüsü (**x5000**) **d;** asitli şurup ile demineralize edilmiş örnekte FV uygulanmamış mine görüntüsü (**x10000**).

Flor vernik uygulanarak asitli şurup erozyonuna uğrayan mine yüzeyi 5000x ve 10000x büyütmede incelendiğinde ince bir tabaka özellikle gözeneklerin etrafında biriken kristaller ile kaplanmıştır (Şekil 3.1.2. a ve b). Flor vernik uygulanmadan asitli şurup erozyonu sonucu minede yüzey demineralizasyonu ile girintili çıkıntılı düzensiz, poröz yapı görülmektedir (Şekil 3.1.2.c ve d). Demineralizasyonla birlikte mikroporlar ortaya çıkmıştır ve yüzey tabakası sağlam mine yüzey yapısını göstermemektedir (Şekil 3.1.2.c ve d).

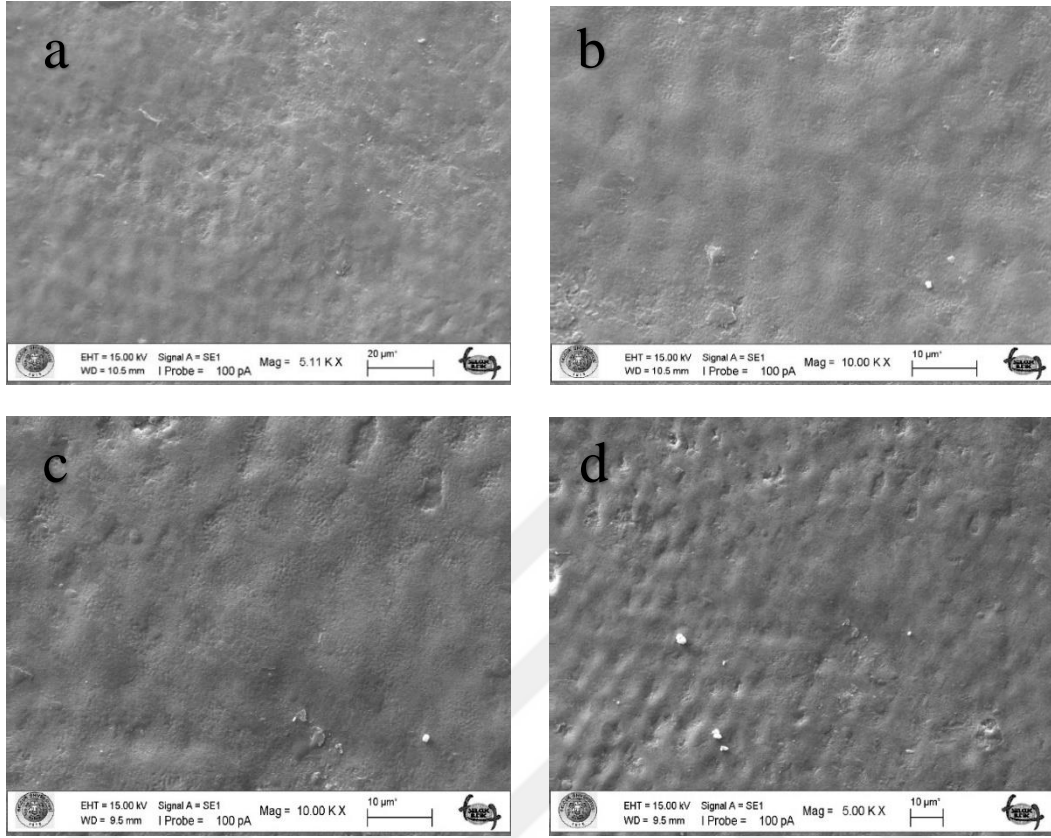
### 3.1.3. Biyoaktif Cam Vernik ve Asitli Şurup Grubu



**Şekil 3.1.3. a;**BAG vernik uygulanmış minenin asitli şurup ile demineralize edildikten sonraki SEM görüntüsü (**x5000**) **b;**BAG vernik uygulanmış minenin asitli şurup ile demineralize edildikten sonraki SEM görüntüsü (**x10000**) **c;** asitli şurup ile demineralize edilmiş örnekte BAG vernik uygulanmamış mine görüntüsü (**x5000**) **d;** asitli şurup ile demineralize edilmiş örnekte BAG vernik uygulanmamış mine görüntüsü (**x10000**)

BAG vernik uygulanarak asitli şurup erozyonuna uğrayan mine yüzeyi 5000x ve 10000x büyütmede incelendiğinde yüzeyde globüler yapıda gözenekli ağ ve kristal grupları içeren yüzeysel kompakt amorf bir tabaka ile kaplanmıştır (Şekil 3.1.3.a ve b). BAG vernik uygulanmadan asitli şurup erozyonu sonucu minede kaviteasyonlar, yüzey demineralizasyonu ile oluşan mine prizmaları ve bal peteği görüntüsünün oluşumu görülmektedir (Şekil 3.1.3.c). Asit erozyonu minede gözenekli bir görünüm ve pürüzlü yüzeylere neden olmuştur (Şekil 3.1.3.d).

### 3.1.4. YKZT Vernik ve Asitli Şurup Grubu

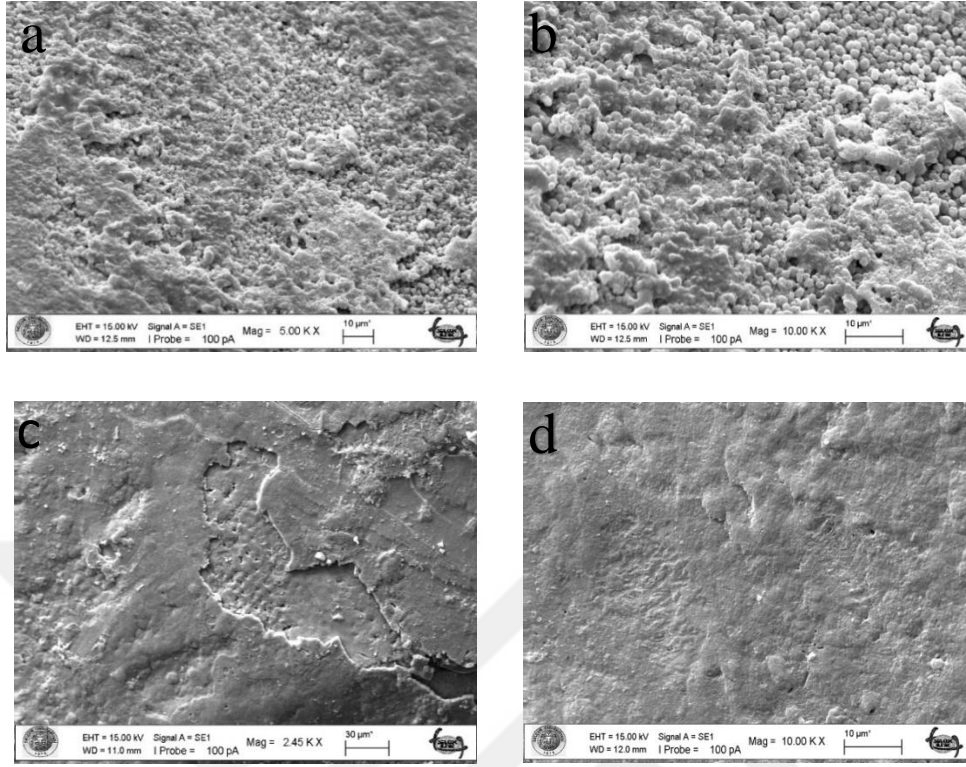


**Şekil 3.1.4.a;**YKZT vernik uygulanmış minenin asitli şurup ile demineralize edildikten sonraki sem görüntüsü (**x5000**) **b;**YKZT vernik uygulanmış minenin asitli şurup ile demineralize edildikten sonraki sem görüntüsü (**x10000**) **c;** asitli şurup ile demineralize edilmiş örnekte YKZT vernik uygulanmamış mine görüntüsü (**x5000**) **d;** asitli şurup ile demineralize edilmiş örnekte YKZT vernik uygulanmamış mine görüntüsü (**x10000**).

YKZT vernik uygulanarak asitli şurup erozyonuna uğrayan mine yüzeyi 5000x ve 10000x büyütmede incelendiğinde yüzey örtüleme bulgularına rastlanılamamıştır (Şekil 3.1.4. a ve b). YKZT vernik uygulanmadan asitli şurup erozyonu sonucu vernik uygulanan mine yüzeyine göre daha demineralize bir görüntü oluştuğu özellikle, yer yer mikroporların ortaya çıktığı kısmi çözünmeler olduğu görülmüştür (Şekil 3.1.4. c ve d).



### 3.1.5. Flor Vernik ve Asitli İçecek Grubu

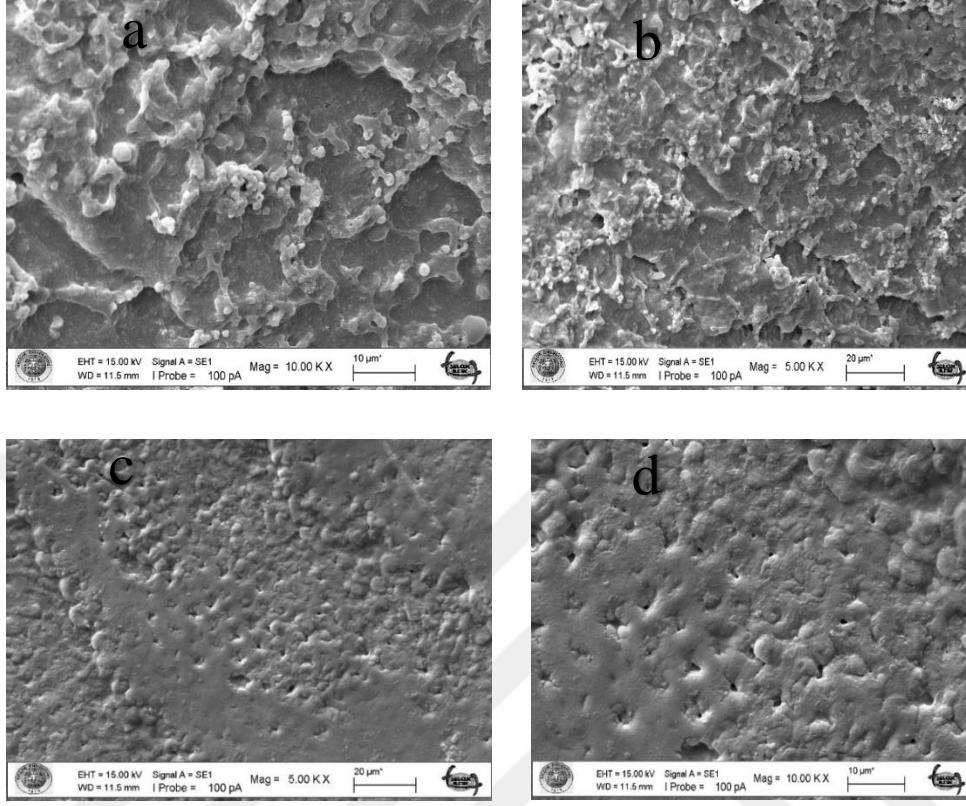


**Şekil 3.1.5. a;** Flor vernikli minenin asitli içecek ile demineralize edildikten sonraki görüntüsü **x5000**, **b;** flor vernikli minenin asitli içecek ile demineralize edildikten sonraki mine görüntüsü **x10000**, **c;** asitli içecek ile demineralize edilmiş örnekte flor vernik uygulanmamış mine görüntüsü **x2450**, **d;** asitli içecek ile demineralize edilmiş örnekte flor vernik uygulanmamış mine görüntüsü **x10000**

Flor vernik uygulanarak asitli içecek erozyonuna uğrayan mine yüzeyi 5000x ve 10000x büyütmede incelendiğinde farklı büyüklüklerde amorf ve küresel yapılardan oluşan bir tabaka ile kaplanmıştır (Şekil 3.1.5. a ve b). Yuvarlak şekilli oluşumların diş örneğinin yüzeyinde görülmesi bunların  $\text{CaF}_2$  benzeri globüller yapılar olma olasılığını güçlendirmektedir. Flor vernik uygulanmadan asitli içecek erozyonu sonucu minede kopmalar ve çatlaklar görülmektedir (Şekil 3.1.5.c). Mine yüzeyindeki inorganik yapının kaybıyla yüzeyde girintili çıkıntılı düzensiz, poröz yapı görüldü. Düzensiz mine yüzeyinde kristallerin çözünerek küçük kavitsiyonların oluştuğu gözlemlendi (Şekil 3.1.5. c ve d).



### 3.1.6. Biyoaktif Cam Vernik ve Asitli İçecek Grubu

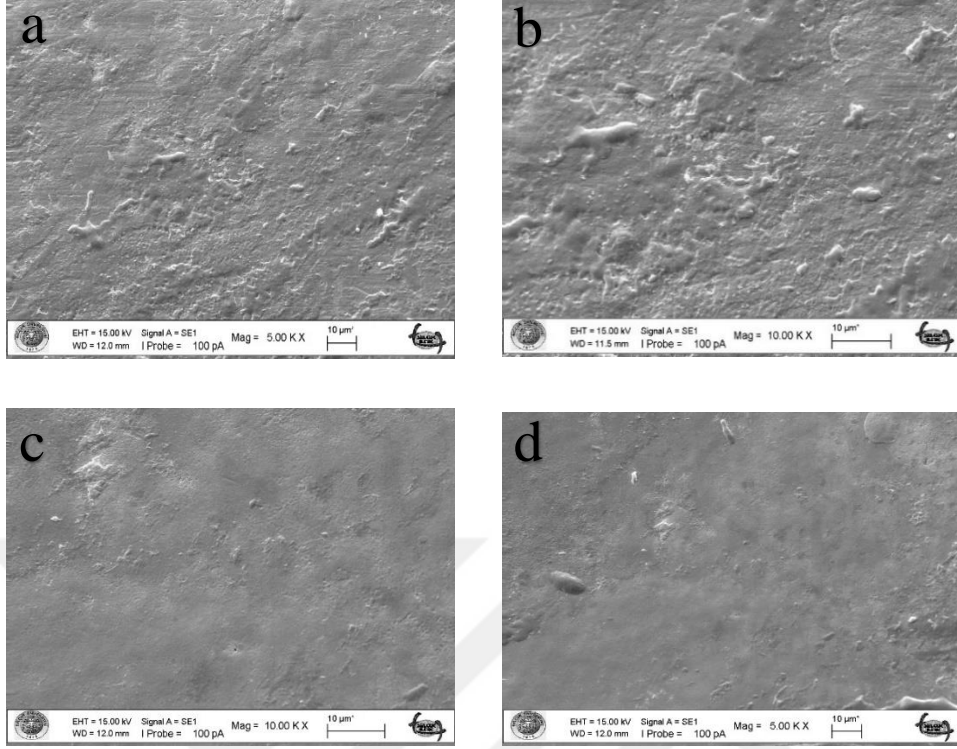


**Şekil 3.1.6. a;** BAG vernikli kısmın asitli içecek ile demineralize edildikten sonraki mine görüntüsü (x5000) **b;** BAG vernikli kısmın asitli içecek ile demineralize edildikten sonraki mine görüntüsü (x10000) **c;** asitli içecek ile demineralize edilmiş örnekte BAG vernik uygulanmamış mine görüntüsü (x5000) **d;** asitli içecek ile demineralize edilmiş örnekte BAG vernik uygulanmamış mine görüntüsü (x10000)

BAG vernik uygulanarak asitli içecek erozyonuna uğrayan mine yüzeyi 5000x ve 10000x büyütmede incelendiğinde yüzeyde globüler yapıda gözenekli ağ ve kristal grupları içeren yüzeysel kompakt amorf bir tabaka ile kaplanmıştır (Şekil 3.1.6.a ve b). BAG vernik uygulanmadan asitli içecek erozyonu sonucu minede kavitasyonlar, yüzey demineralizasyonu ile oluşan mine prizmaları ve bal peteği görüntüsünün oluşumu görülmektedir (Şekil 3.1.6.c). Asit erozyonu minede gözenekli bir görünüm ve pürüzlü yüzeylere neden olmuştur (Şekil 3.1.6.d).

Demineralize minenin karakteristik bal peteği yapısı, çapları yaklaşık 10 mikrona kadar artan çaplarda nispeten derin, ancak konik dağlanmış çukurlarla açıkça belirgindir (Şekil 3.1.6. d).

### 3.1.7. YKZT Vernik ve Asitli İçecek Grubu



**Şekil 3.1.7. a;**YKZT vernik kısmın asitli içecek ile demineralize edildikten sonraki mine görüntüsü (x5000) **b;**YKZT vernikli kısmın asitli içecek ile demineralize edildikten sonraki mine görüntüsü (x10000) **c;**asitli içecek ile demineralize edilmiş örnekte YKZT vernik uygulanmamış mine görüntüsü (x5000) **d** ;asitli içecek ile demineralize edilmiş örnekte YKZT vernik uygulanmamış mine görüntüsü (x10000)

YKZT vernik uygulanarak asitli şurup erozyonuna uğrayan mine yüzeyi, 5000x ve 10000x büyütmede incelendiğinde yüzeyde, ince amorf bir tabaka ve esas olarak gözeneklerin etrafında biriken dağınık kristaller ile kaplanmıştır (Şekil 3.1.7.a ve b). YKZT vernik uygulanmadan asitli içecek erozyonu sonucu minde yüzey demineralizasyon bulgularına rastlanmadı (Şekil 3.1.7.c ve d).

## 3.2. ATR-FTIR Bulgular

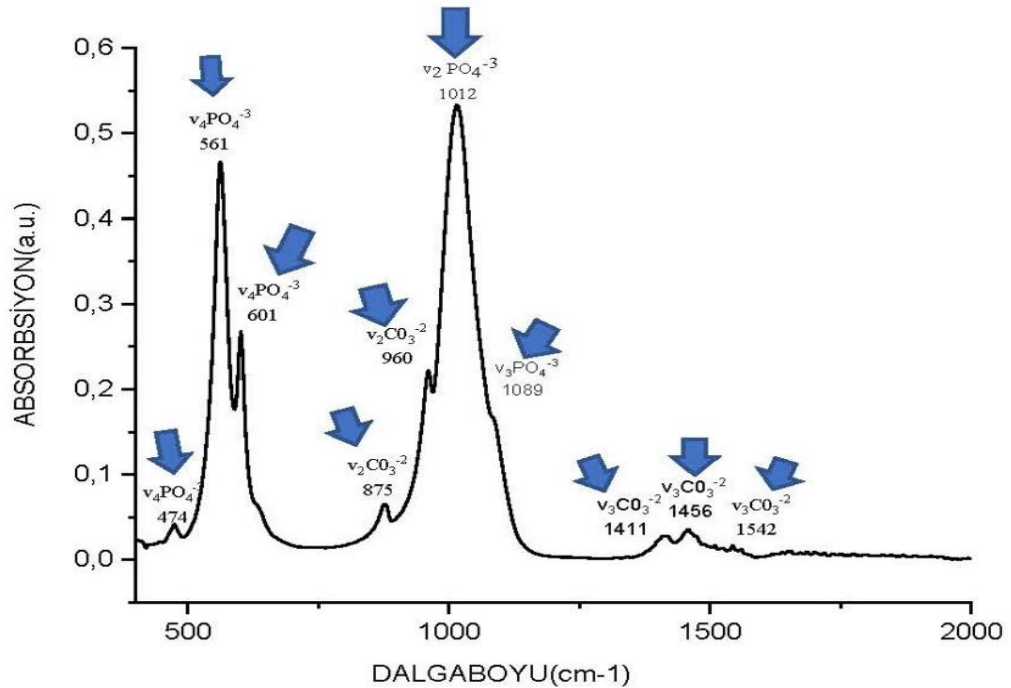
### 3.2.1. CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> ve PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> Pik Spektrumları

Çalışmada değerlendirilen mine spektrum pikleri ve bant pozisyonları Tablo 3.2.1. ve Şekil 3.2.1. verilmiştir. Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre Absorpsiyon yoğunluğunda gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edildi (p<0.05).

**Tablo 3.2.1.** Çalışmada değerlendirilen mine spektrum pikleri ve bant pozisyonları

Pikler (cm <sup>-1</sup> )	Bant Pozisyonu
1542*	$\alpha$ -tip v <sub>3</sub> CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>
1456	$\alpha$ --tip v <sub>3</sub> CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>
1411*	$\beta$ -tip v <sub>3</sub> CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>
1089	v <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>
1012	v <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>
960	v <sub>1</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>
875*	$\beta$ -tip v <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>
601	v <sub>4</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>
561	v <sub>4</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>
474	v <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>

\*Absorpsiyon yoğunluğunda gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark var

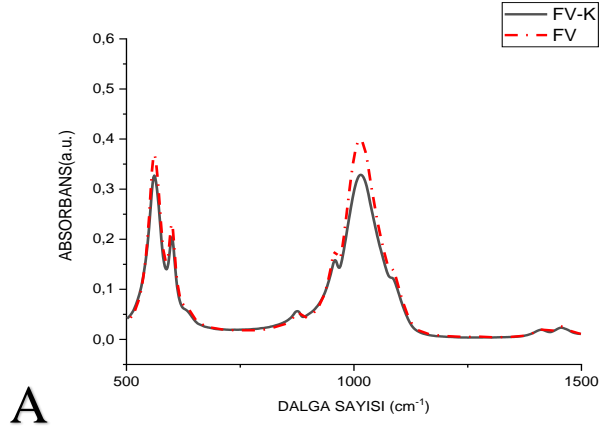


**Şekil 3.2.1.** İşlem görmemiş mine yüzeyinde yapılan FTIR analizi

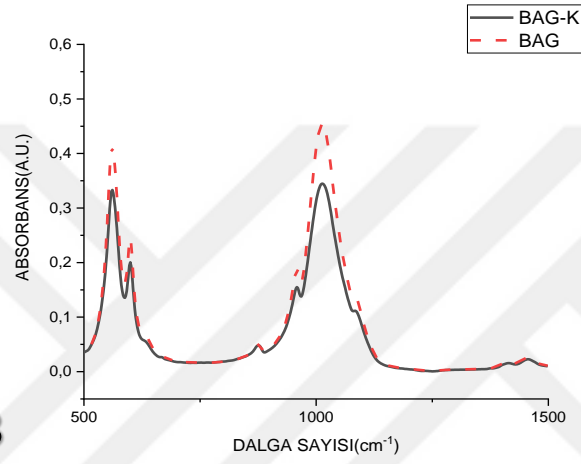
ATR-FTIR sonuçlarına göre grup içi karşılaştırmalar t testi ile yapıldı. Her grup kendi kontrolü ile karşılaştırıldığında farklılık bulunmadı ( $p>0,05$ ). Asitli şurup ile demineralize edilmiş grupların kontrol ve vernik uygulanmış bölgelerinin Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) kullanılarak analiz edilen 1411 pikinde oluşan absorpsiyon yoğunlukları grup içi karşılaştırıldığında ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p<0,05$ ). FV grubu ile BAG-K grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdi ( $p=0,15$ ) (Tablo 3.2.2).

Asitli şurup ile demineralize edilmiş grupların kontrol ve vernik uygulanmış bölgelerinin Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) kullanılarak analiz edilen diğer piklere (1542,1456,1089,1070,1012,960,875,601,561,474) ait grup içi karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo 3.2.2).

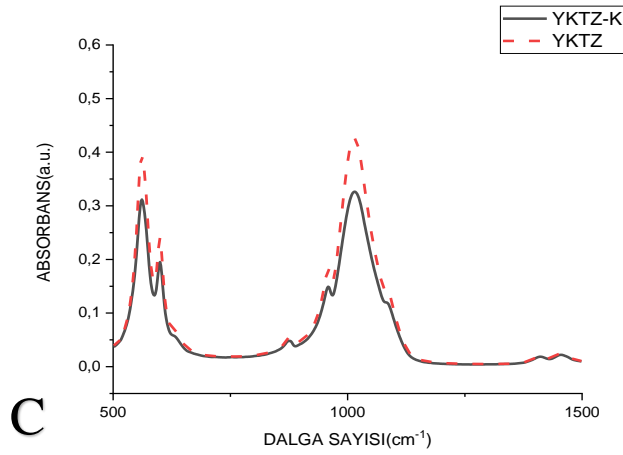
Asitli şurup ile demineralize edilmiş örneklerin kontrol ve vernik uygulanmış bölgelerinden alınan ATR-FTIR absorbans spektrumları Şekil 3.2.2. verilmiştir. Kontrol ve Vernik gruplarına ait ortalama absorbans değerleri FTIR-absorpsiyon (a.u.) grafiklerinde sırasıyla siyah düz çizgi ve kırmızı kesikli çizgi olarak verilmiştir.



**A**



**B**



**C**

**Şekil 3.2.2.** Asitli şurup ile demineralize edilmiş örneklerin kontrol ve vernik uygulanmış bölgelerinden alınan ATR-FTIR absorbans spektrumları. Kırmızı kesikli çizgi FV vernik uygulanmış Siyah düz çizgi kontrol grubu (ŞEKİL A). Kırmızı kesikli çizgi BAG vernik uygulanmış siyah düz çizgi kontrol grubu (ŞEKİL B). Kırmızı kesikli çizgi YKZT vernik uygulanmış siyah düz çizgi kontrol grubu(ŞEKİL C).

TABLO 3.2.2. Asitli şurup ile demineralize edilmiş örneklerin kontrol ve vernik uygulanmış bölgelerinden elde edilen Karbonat, Hidroksil ve Fosfat Piklerinde Oluşan Absorbsiyon Yoğunlukları (Absorbsiyon Unit)..

<b>ASİTLİ ŞURUP Absorpsiyon Pikleri (cm<sup>-1</sup>)</b>	<b>FV</b>	<b>FV-K</b>	<b>BAG</b>	<b>BAG-K</b>	<b>YKZT</b>	<b>YKZT-K</b>	<b>p</b>
<b>1542</b>	0,010±0,001	0,009±0,002	0,011±0,003	0,009±0,003	0,010±0,003	0,009±0,002	0,712
<b>1456</b>	0,026±0,005	0,023±0,004	0,025±0,01	0,022±0,01	0,025±0,01	0,022±0,00	0,810
<b>1411</b>	0,026±0,005 <sup>a</sup>	0,019±0,003 <sup>ab</sup>	0,018±0,006 <sup>ab</sup>	0,015±0,007 <sup>b</sup>	0,019±0,005 <sup>ab</sup>	0,018±0,003 <sup>ab</sup>	0,036
<b>1089</b>	0,133±0,017	0,124±0,021	0,133±0,016	0,114±0,031	0,135±0,028	0,113±0,027	0,225
<b>1070</b>	0,159±0,023	0,141±0,025	0,157±0,021	0,127±0,039	0,164±0,034	0,137±0,032	0,236
<b>1012</b>	0,399±0,078	0,327±0,086	0,453±0,081	0,344±0,139	0,426±0,129	0,325±0,107	0,212
<b>960</b>	0,182±0,026	0,158±0,035	0,190±0,030	0,155±0,056	0,183±0,060	0,149±0,046	0,481
<b>875</b>	0,053±0,006	0,056±0,010	0,052±0,010	0,047±0,013	0,054±0,015	0,048±0,013	0,756
<b>601</b>	0,230±0,037	0,203±0,041	0,244±0,029	0,200±0,058	0,240±0,058	0,195±0,053	0,328
<b>561</b>	0,369±0,072	0,327±0,077	0,415±0,061	0,333±0,112	0,394±0,113	0,311±0,098	0,342
<b>474</b>	0,045±0,005	0,045±0,007	0,043±0,008	0,039±0,010	0,046±0,011	0,041±0,010	0,726

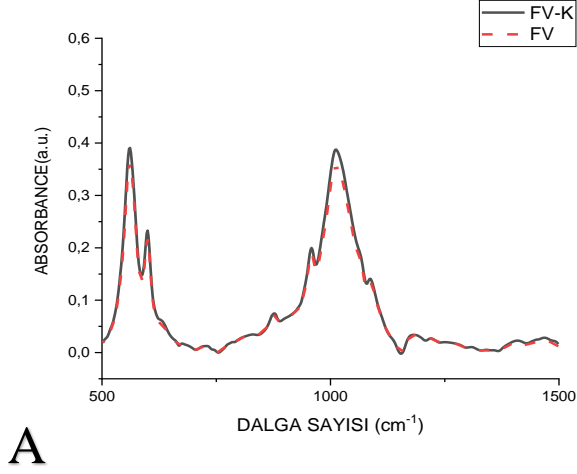
\*Gruplar arası farklılıklar harflerle belirtilmiştir

ATR-FTIR sonuçlarına göre grup içi karşılaştırmalar t testi ile yapıldı. Her grup kendi kontrolü ile karşılaştırıldığında farklılık bulunmadı ( $p<0,05$ ). Asitli içecek ile demineralize edilmiş grupların kontrol ve vernik uygulanmış bölgelerinin Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) kullanılarak analiz edilen 1542 ve 875 pikinde oluşan absorbanslar grup içi karşılaştırıldığında ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p<0,05$ ) (Tablo 3.2.3).

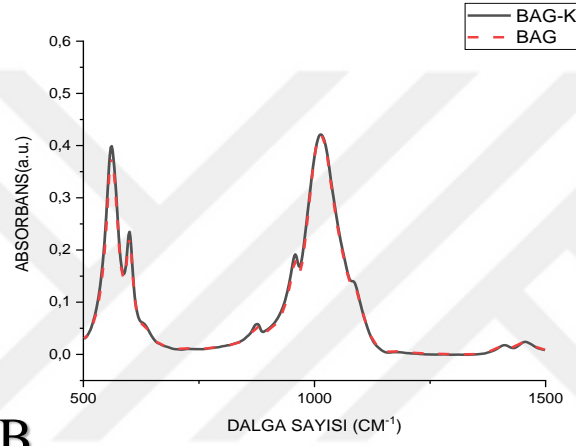
Asitli içecek ile demineralize edilmiş grupların kontrol ve vernik uygulanmış bölgelerinin Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) kullanılarak analiz edilen 875 pikinde oluşan absorpsiyon yoğunlukları ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak FV grubu ile YKZT-K ve YKZT grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulundu. FV-K ile YKZT-K grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulundu ( $p<0,05$ ) (Tablo 3.2.2).

Asitli içecek ile demineralize edilmiş grupların kontrol ve vernik uygulanmış bölgelerinin Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) kullanılarak analiz edilen 1542 pikinde oluşan absorpsiyon yoğunlukları ortalama değerleri arasında FV-K ve FV grupları ile YKZT-K, BAG ve BAG-K grupları arasında istatistiksel olarak fark bulundu ( $p<0,05$ ). YKZT ile FV-K grupları arasında istatistiksel olarak fark bulundu ( $p<0,05$ ) (Tablo 3.2.2).

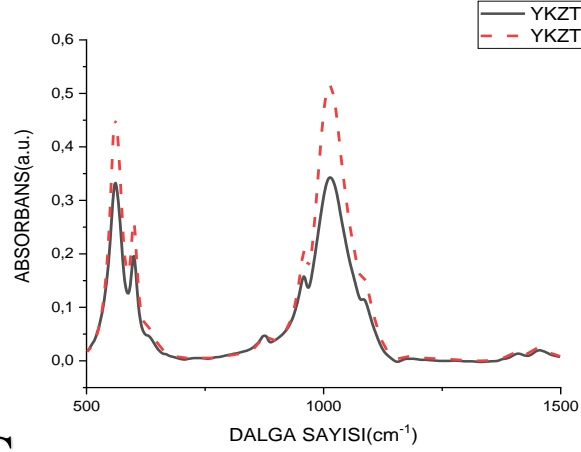
Asitli içecek ile demineralize edilmiş örneklerin kontrol ve vernik uygulanmış bölgelerinden alınan ATR-FTIR absorbans spektrumları Şekil 3.2.3. verilmiştir. Kontrol ve Vernik gruplarına ait ortalama absorbans değerleri FTIR-absorpsiyon (a.u.) grafiklerinde sırasıyla siyah düz çizgi ve kırmızı kesikli çizgi olarak verilmiştir.



**A**



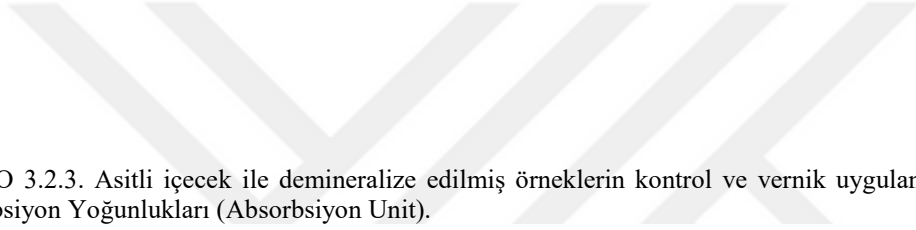
**B**



**C**

**ŞEKİL 3.2.3.** Asitli içecek ile deminerize edilmiş örneklerin kontrol ve vernik uygulanmış bölgelerinden alınan ATR-FTIR absorbans spektrumları. Kırmızı kesikli çizgi FV vernik uygulanmış Siyah düz çizgi kontrol grubu (ŞEKİL A). Kırmızı kesikli çizgi BAG vernik uygulanmış siyah düz çizgi kontrol grubu (ŞEKİL B). Kırmızı kesikli çizgi YKZT vernik uygulanmış siyah düz çizgi kontrol grubu (ŞEKİL C).





TABLO 3.2.3. Asitli içecek ile demineralize edilmiş örneklerin kontrol ve vernik uygulanmış bölgelerinden elde edilen Karbonat, Hidroksil ve Fosfat Piklerinde Oluşan Absorbsiyon Yoğunlukları (Absorbsiyon Unit).

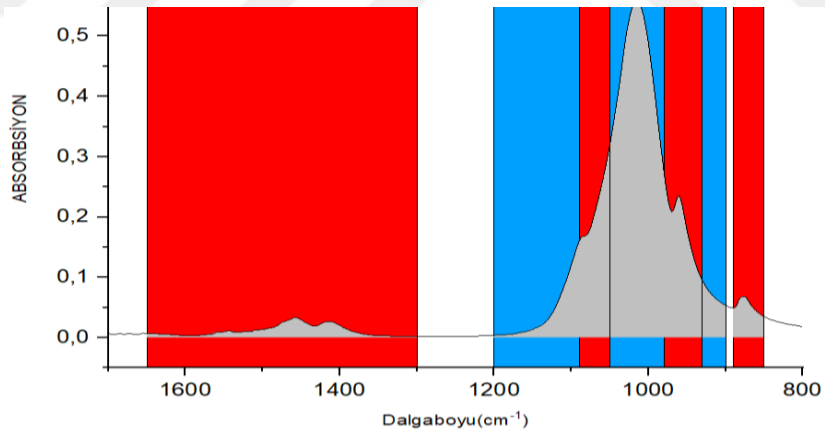
<b>ASİTLİ İÇECEK Absorpsiyon Pikleri (cm<sup>-1</sup>)</b>	<b>FV</b>	<b>FV-K</b>	<b>BAG</b>	<b>BAG-K</b>	<b>YKTZ</b>	<b>YKTZ-K</b>	<b>p</b>
<b>1542</b>	0,014±0,004 <sup>bc</sup>	0,017±0,004 <sup>c</sup>	0,006±0,001 <sup>a</sup>	0,005±0,002 <sup>a</sup>	0,009±0,004 <sup>ab</sup>	0,006±0,003 <sup>a</sup>	0,000
<b>1456</b>	0,023±0,006	0,022±0,007	0,024±0,006	0,024±0,006	0,025±0,008	0,019±0,007	0,758
<b>1411</b>	0,021±0,006	0,020±0,007	0,018±0,005	0,017±0,006	0,017±0,007	0,013±0,006	0,314
<b>1089</b>	0,116±0,036	0,157±0,015	0,146±0,021	0,136±0,030	0,133±0,024	0,132±0,042	0,421
<b>1070</b>	0,161±0,020	0,162±0,046	0,156±0,053	0,161±0,031	0,180±0,038	0,132±0,028	0,501
<b>1012</b>	0,376±0,095	0,368±0,159	0,421±0,186	0,421±0,109	0,515±0,138	0,342±0,115	0,417
<b>960</b>	0,195±0,027	0,191±0,065	0,182±0,052	0,191±0,047	0,205±0,055	0,157±0,049	0,710
<b>875</b>	0,075±0,006 <sup>c</sup>	0,072±0,017 <sup>bc</sup>	0,054±0,008 <sup>abc</sup>	0,058±0,015 <sup>abc</sup>	0,050±0,012 <sup>ab</sup>	0,046±0,011 <sup>a</sup>	0,001
<b>601</b>	0,224±0,030	0,227±0,072	0,225±0,078	0,234±0,049	0,260±0,061	0,196±0,045	0,657
<b>561</b>	0,375±0,069	0,377±0,136	0,380±0,154	0,398±0,098	0,456±0,116	0,332±0,092	0,664
<b>474</b>	0,018±0,005	0,018±0,007	0,032±0,008	0,031±0,010	0,025±0,011	0,017±0,010	0,726

\*Gruplar arası farklılıklar harflerle belirtilmiştir.

### 3.2.2. $\nu_2$ Karbonat, $\nu_1$ , $\nu_3$ Fosfat, B-Tipi $\nu_1$ Karbonat, $\nu_1$ Fosfat , A Tipi $\nu_3$ Karbonat Bant Alanları

Minedeki mineral özelliklerindeki değişiklikleri tanımlamak için  $\nu_2$  karbonat,  $\nu_1$ ,  $\nu_3$  fosfat, B-tipi  $\nu_1$  karbonat,  $\nu_1$  fosfat, A tipi  $\nu_3$  karbonat bant alanları kullanıldı. Fosfat ve karbonat eğrilerinin altında kalan alandaki değişiklikler de erozyonun aşındırıcı etkilerini gösterir (Gomes ve ark 2018). Bu çalışmada kullanılan bant dalga sayısı bölgeleri veya bantların belirli dalga sayıları Tablo 3.2.4. de listelenmiştir. Alan hesaplamaları OriginPro 8.5 kullanılarak yapılmıştır.

Alan hesaplamaları 1700'den 800  $\text{cm}^{-1}$ 'e temel düzeltmeden sonra, kızılötesi spektrumdaki Karbonat /Fosfat oranı, karbonat bandı  $\nu_2$  (850-890  $\text{cm}^{-1}$ ) ve fosfat bandı  $\nu_1$  ve  $\nu_3$  (900–1200  $\text{cm}^{-1}$ ) altındaki alanların oranı kullanılarak elde edildi (Bayarı ve ark 2012)(Bayarı ve ark 2020),(Paschalis ve ark 1996). Sonuçlar, her grup için ortalama ve standart ortalama hata olarak ifade edildi.



Şekil 3.2.4. OriginPRO 8.5 programı kullanılarak entegre alan hesaplanması

Asitli şurup ile demineralize edilmiş grupların kontrol ve vernik uygulanmış bölgelerinin Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) kullanılarak analiz edilen karbonat  $\text{CO}_3^{-2}$   $\nu_2$  (850–890  $\text{cm}^{-1}$ ), Fosfat  $\nu_1$ ,  $\nu_3$  (900–1,200  $\text{cm}^{-1}$ ), B-tip Karbonat (1,050–1,090 $\text{cm}^{-1}$ ),  $\nu_1$  fosfat (930–980  $\text{cm}^{-1}$ ), A tipi karbonat (1300-1650  $\text{cm}^{-1}$ ) entegre alanları ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $p<0,05$ ).

Tablo 3.2.4. Asitli şurup ile demineralize edilmiş grupların kontrol ve vernik uygulanmış bölgelerinin Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) kullanılarak analiz edilen her kimyasal bileşenin entegre alanının ortalama değerleri.

Asitli Şurup Grubu	FV	FV-K	BAG	BAG-K	YKZT	YKZT-K
<b>Karbonat <math>\nu_2</math></b> (850–890 $\text{cm}^{-1}$ )	1,72±0,171	1,79±0,306	1,63±0,351	1,56±0,389	1,78±0,490	1,61±0,431
<b>Fosfat <math>\nu_1</math>, <math>\nu_3</math></b> (900–1,200 $\text{cm}^{-1}$ )	43,24±6,63	39,11±7,57	45,69±7,13	36,58±12,80	44,89±12,53	36,07±10,50
<b>B-tip Karbonat</b> (1,050– 1,090 $\text{cm}^{-1}$ )	5,52±1,71	6,84±0,89	5,87±1,43	7,10±1,51	6,03±1,12	6,87±0,99
<b><math>\nu_1</math> fosfat</b> (930–980 $\text{cm}^{-1}$ )	6,45±2,23	7,70±1,27	6,22±1,92	7,50±2,47	6,74±1,43	7,44±1,03
<b>A tipi karbonat</b> (1300-1650 $\text{cm}^{-1}$ )	2,80±0,72	3,09±0,45	3,43±0,67	3,51±0,79	3,42±0,56	3,59±0,65

Asitli içecek ile demineralize edilmiş grupların kontrol ve vernik uygulanmış bölgelerinin Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) kullanılarak analiz edilen Karbonat  $\text{CO}_3^{-2}$   $\nu_2$  (850–890  $\text{cm}^{-1}$ ) Fosfat  $\nu_1$ ,  $\nu_3$  (900–1,200  $\text{cm}^{-1}$ ) bandında entegre alanları ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulundu ( $p>0,05$ ).

Asitli içecek ile demineralize edilmiş grupların kontrol ve vernik uygulanmış bölgelerinin Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) kullanılarak analiz edilen,  $\nu_1$  fosfat (930–980  $\text{cm}^{-1}$ ), A tipi karbonat (1300-1650  $\text{cm}^{-1}$ ), B-tip Karbonat (1,050–1,090 $\text{cm}^{-1}$ ) entegre alanları ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ( $p>0,05$ ).

Asitli içecek ile demineralize edilmiş grupların Karbonat  $\text{CO}_3^{-2}$   $\nu_2$  (850–890  $\text{cm}^{-1}$ ) entegre alanı ortalama değerleri BAG-K ile FV, YKZT, YKZT-K grupları arasında ve FV ile FV-K grupları arasında anlamlı fark bulundu( $p<0,05$ ). Fosfat  $\nu_1$ ,  $\nu_3$  (900–1,200  $\text{cm}^{-1}$ ) entegre alanları ortalama değerleri YKZT-K ile BAG ve BAG-K grupları arasında anlamlı fark bulundu( $p<0,05$ ).

Tablo 3.2.5 Asitli içecek ile demineralize edilmiş grupların kontrol ve vernik uygulanmış bölgelerinin Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) kullanılarak analiz edilen her kimyasal bileşenin entegre alanının ortalama değerleri.

Asitli İçecek grubu	FV	FV-K	BAG	BAG-K	YKZT	YKZT-K
<b>Karbonat <math>\nu_2</math></b> (850–890 $\text{cm}^{-1}$ )	1,49±0,20 <sup>a</sup>	1,90±0,27 <sup>bc</sup>	1,80±0,20 <sup>abc</sup>	2,05±0,20 <sup>c</sup>	1,64±0,10 <sup>ab</sup>	1,58±0,21 <sup>ab</sup>
<b>Fosfat <math>\nu_1, \nu_3</math></b> (900–1,200 $\text{cm}^{-1}$ )	42,15±4,37 <sup>ab</sup>	44,37±1,97 <sup>ab</sup>	47,99±9,13 <sup>b</sup>	47,40±5,51 <sup>b</sup>	45,88±1,94 <sup>ab</sup>	37,21±4,9 <sup>a</sup>
<b>B-tip Karbonat</b> (1,050– 1,090 $\text{cm}^{-1}$ )	6,47±1,70	6,87±1,20	6,77±2,33	6,95±1,35	8,08±0,78	5,50±1,70
<b><math>\nu_1</math> Fosfat</b> (930–980 $\text{cm}^{-1}$ )	7,36±2,28	7,82±1,89	7,42±1,83	7,90±2,02	8,56±1,00	5,99±2,17
<b>A tipi Karbonat</b> (1300-1650 $\text{cm}^{-1}$ )	1,97±0,68	2,18±0,71	2,52±0,61	2,64±0,09	2,39±0,52	2,33±0,47

\*Gruplar arası farklılıklar harfler ile belirtilmiştir.

### 3.2.3. Karbonat/Fosfat oranları

ATR-FTIR spektrumlarından elde edilen gruplardaki karbonat-fosfat oranlarının ortalaması ve standart sapması Tablo 3.2.6.'de sunulmuştur.

Tablo 3.2.6. Demineralize edilmiş grupların kontrol ve vernik uygulanmış bölgelerinin Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) kullanılarak analiz edilen karbonat/fosfat oranlarının ortalama değerleri.

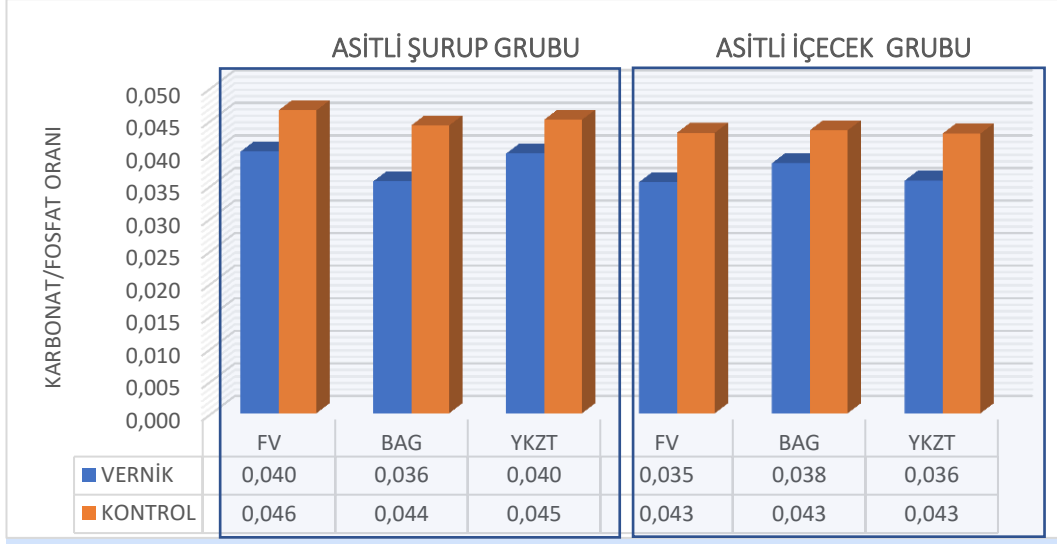
ASİTLİ ŞURUP GRUBU	Karbonat/Fosfat Oranı	ASİTLİ İÇECEK GRUBU	Karbonat/Fosfat oranı
FV	0,04±0,004 <sup>ab</sup>	FV	0,04±0,005
FV-K	0,05±0,006 <sup>b</sup>	FV-K	0,04±0,007
BAG	0,04± 0,004 <sup>a</sup>	BAG	0,04±0,007
BAG-K	0,04±0,007 <sup>ab</sup>	BAG-K	0,04±0,003
YKZT	0,04±0,003 <sup>ab</sup>	YKZT	0,04±0,002
YKZT-K	0,05±0,007 <sup>ab</sup>	YKZT-K	0,04±0,007

\*Gruplar arası farklılıklar harfler ile belirtilmiştir.

Asitli şurup ile demineralize edilmiş grupların kontrol ve vernik uygulanmış bölgelerinin Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) kullanılarak analiz edilen karbonat/fosfat oranları ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulundu ( $p=0,16$ ).

Asitli şurup ile demineralize edilmiş grupların kontrol ve vernik uygulanmış bölgelerinin Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) kullanılarak analiz edilen karbonat/fosfat oranları ortalama değerleri arasında BAG ve FV-K grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulundu( $p<0,05$ ).

Asitli içecek ile demineralize edilmiş grupların kontrol ve vernik uygulanmış bölgelerinin Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) kullanılarak analiz edilen karbonat/fosfat oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmadı ( $p>0,05$ ).



Grafik 3.2.5. Demineralize edilmiş grupların kontrol ve vernik uygulanmış bölgelerinin Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) kullanılarak analiz edilen karbonat/fosfat oranları ortalama değerleri

### 3.3. Mikrosertlik Bulgular

Tablo 3.3.1. Kontrol grubu ve deney grubu mine örneklerinin ortalama mikrosertlik değerleri.

	Başlangıç(n=5)	Vernik uygulanmış grup (n=5)	Kontrol grubu (n=5)	
<b>Asitli Şurup</b>				
<b>FV</b>	327,10±39,19*	184,91±52,60	116,31±58,89**	0,031
<b>BAG</b>	330,15±55,11*	174,01±58,55	137,43±70,70	0,736
<b>YKZT</b>	322,09±43,02*	252,85±86,30	137,36±34,54**	0,000
<b>Asitli İçecek</b>				
<b>FV</b>	336,24±62,85*	178,17±47,12	135,39±71,55	0,473
<b>BAG</b>	332,37±46,97*	221,53±77,89	99,31±39,20**	0,00
<b>YKZT</b>	343,48±39,40*	274,98±67,07	125,26±48,95**	0,00
<b>p</b>	<b>0,633</b>	<b>0,00</b>	<b>0,363</b>	

P\*Başlangıç grupları ile gruplar arasındaki farkı ifade eder.

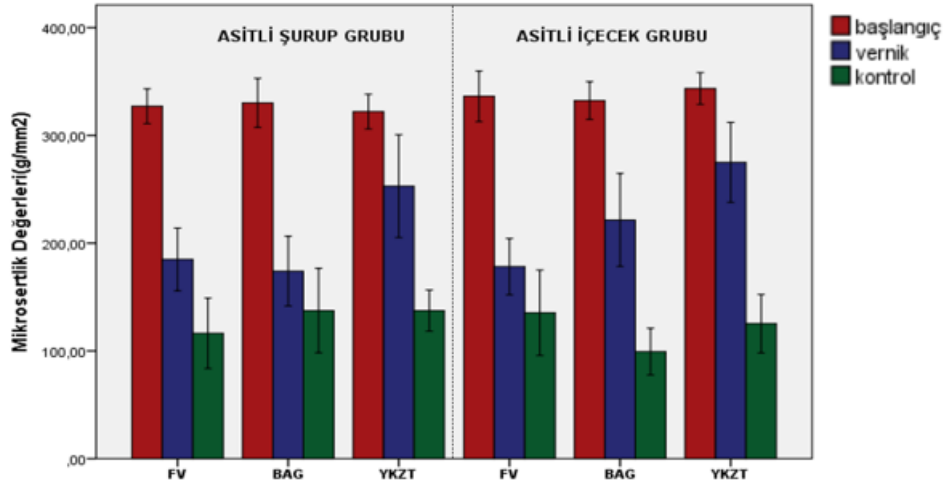
P\*\* Kontrol ve vernik grubu arasında farkı ifade eder.

Çalışmada yer alan toplam 6 gruptan elde edilen başlangıç, demineralizasyon ve pH döngüsü sonrası vernik uygulanmış ve kontrol gruplarının yüzey mikrosertlik ortalama (VSN), standart sapma değerleri ve tek yönlü varyans analizi sonuçları

Tablo 3.3.1.' de verilmiştir. Tüm gruplarda elde edilen başlangıç VSN ( $\text{g}/\text{mm}^2$ ) değerleri, kontrol ve vernik grupları VSN değerlerinden anlamlı düzeyde yüksek olduğu ve istatistiksel olarak farklı olduğu bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Asitli şurup ile demineralize edilmiş vernik uygulanmış grupların hepsi kontrol grubuna göre yüksek mikrosertlik değerleri gösterdi ancak istatistiksel olarak FV ile FV-K ( $p=0,23$ ) ve YKZT ile YKZT-K ( $p=0,00$ ) grupları arasında anlamlı bir fark bulundu. Gruplar arası karşılaştırmada FV ve BAG ile YKZT arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p=0,25$ ).

Asitli içecek ile demineralize edilmiş vernik uygulanmış grupların hepsi kontrol grubuna göre yüksek mikrosertlik değerleri gösterdi ancak istatistiksel olarak BAG ve BAG-K ile YKZT ve YKZT-K grupları arasında anlamlı fark bulundu ( $p < 0,05$ ). Gruplar arası karşılaştırmada ise FV ile YKZT gruplarının ortalama mikrosertliği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p=0,034$ ).



Grafik 3.3.1. Deney ve kontrol gruplarında başlangıç, demineralizasyon sonrası ve pH döngüsü sonrası elde edilen yüzey VSN değerlerinin dağılımı.

#### 4.TARTIŞMA

Bu çalışmada, flor vernik, biyoaktif cam içeren vernik, sodyum-tri-metafosfatla muamele edilmiş yumurta kabuk ve zar tozu içeren vernik mine yüzeyleri üzerine uygulanarak asitli şurup ve asitli içecek erozyon döngüsüne maruz bırakıldı ve bu verniklerin erozyona karşı koruyuculukları *in vitro* olarak değerlendirildi. Bu *in vitro* çalışmanın sıfır hipotezi, “alkolsüz asitli içecek ve asidik ilaç tarafından oluşan erozyona karşı koruma sağlamak için flor vernik, biyoaktif cam vernik, sodyum-tri-metafosfatla muamele edilen ve yumurta kabuk ve zar tozu içeren verniklerinin etkileri arasında fark yoktur” kısmen reddedilmiştir. Gruplar arası karşılaştırmada FV (Polimo Vernik) ile YKZT (BioViera Vernik) grupları arasında  $875 \text{ cm}^{-1} \nu_2 \text{ CO}_3^{-2}$  pik spektrumu ve mikro sertlik değerleri arasında farklılık tespit edildi. Diğer parametrelerde gruplar arası farklılık görülmedi. Genel olarak BAG ve YKZT vernikler FV vernikler ile benzer bulgular sergiledi.

Diş erozyonu en doğal ve en doğru olarak ağız içinde gözlemlenebilir. Fakat ağız içi koşullarını değiştirebilecek birden fazla etken olması, lezyonun ilerleme hızını belirlemenin zor olması, uzun dönem çalışmalara ihtiyaç duyulması, hasta uyumu gerektirmesi ve tek bir etkeni değerlendirmenin zor olmasından dolayı (West ve ark 2011) , bu tez çalışması *in-vitro* olarak planlanmıştır.

*In-vitro* çalışmalarda genellikle gömülü daimi dişler ya da fizyolojik rezorpsiyon nedeniyle düşme zamanı gelmiş olan süt dişleri kullanılmaktadır. Fakat gömülü daimi dişlerin mineral içeriğinin sürmüş olan daimi dişlere göre daha farklı olması ve demineralizasyona karşı daha dirençsiz olması (Reitznerová ve ark 2000), fizyolojik rezorpsiyon nedeniyle çekilen süt dişlerinin ise düşme zamanı gelene kadar fazlasıyla aşınmış olmalarından erozyon deneyinde kullanılmaya uygun dişler olmadığı düşünülmektedir. Bu nedenle çalışmamızda periodontal problem nedeni ile çekilen daimi molar dişler kullanılmıştır.

Kullanılan deney solüsyonları ve deney zamanına kadar çekilmiş dişlerin saklandığı solüsyon da önemlidir. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda formaldehit, sodyum hipoklorit, glutraldehit, kloramin T, distile su ve timol gibi birçok solüsyon kullanılmıştır (DeWald 1997, Ziskind ve ark 2003). Mikroorganizma üremesine



engel olması, dişlerin sertliğinde herhangi bir değişim meydana getirmemesi (Shellis ve ark 2011) nedeniyle tez çalışmamızda timol solüsyonu kullanılmıştır.

Mine yüzeyleri Gomes ve arkadaşlarının (Gomes ve ark 2018) yaptıkları çalışmalarında olduğu gibi sırasıyla 300, 600, 1200 gridlik alüminyum oksit disklerle zımparalanmıştır. Zımparalama işlemi sonrasında artıkların uzaklaştırılması amacıyla örnekler su ile yıkanıp kurutulmuştur (de Moura ve ark 2006). Mine yüzeyi genellikle aprizmatiktir ve mine yüzeyinden daha yüksek oranda mineralizedir; bununla birlikte, cilalama işlemi ile mine yüzeyinden tamamen çıkarılır ve elde edilen düz yüzey, ağız boşluğunda bu şekilde mevcut değildir. Bu prizmasız mine, amelogenezin sonunda ortaya çıkar. Bu mine tabakası süt dişlerinin yüzeyinde daha sık olmakla birlikte, daimî dişlerin yüzeyinde de bulunabilir. Prizma içermeyen minenin çiğneme sırasında kademeli olarak aşındığı, ancak korunan alanlarda kaldığı bilinmektedir. Bu çalışmada, numuneleri standardize etmek ve dişler arasında ve farklı diş bölgeleri ve tipleri arasında asit çözünmesine karşı farklı tepkilere yol açabilecek yüzey minesindeki doğal değişiklikleri ortadan kaldırmak amacıyla düz ve cilalı numuneler kullanılmıştır (Hemingway ve ark 2006). Ancak doğal diş yüzeylerinin cilalı yüzeylere göre daha yavaş aşındığı unutulmamalıdır (Ranjitkar ve ark 2009). Çürük lezyonlarının remineralizasyonu sürecinden farklı olarak, aşınmış diş yapısının yeniden kristal büyümesi yerine mineralin gözenekli bölgeye birikmesiyle onarılması muhtemeldir (Eisenburger ve ark 2001).

Ayrıca Beyer ve arkadaşları (Beyer ve ark 2012) ve Lepri ve arkadaşlarının çalışmalarına (Lepri ve ark 2013) benzer şekilde bütün diş örneklerinin mine düz yüzeylerinde 2x3 mm<sup>2</sup>'lik dikdörtgen pencereler oluşturulmuştur. Her grupta deney için kullandığımız dişte eşit boyutlarda iki adet pencere oluşturularak vernik ve kontrol grupları oluşacak şekilde modifikasyon yapılmıştır.

Erozyon çalışmalarında portakal suyu kullanan araştırmacılar (Wang ve ark 2011) olduğu gibi sitrik asit kullanan (Rees ve ark 2007) (Ranjitkar ve ark 2009) ve Coca-cola kullanan araştırmacılar da vardır. Çalışmamızda Tantbirojn ve ark (Tantbirojn ve ark 2008), Murakami ve ark. (Murakami ve ark 2009) çalışmalarında olduğu gibi, çocuklar ve yetişkinler tarafından en fazla tercih edilen ve erozyon potansiyeli yüksek olan Coca-Cola (pH 2.65) kullanılmıştır. Demineralize edici potansiyellerini vurgulamak için, gazlı olduğundan emin olmak ve mine yüzeyinden

çözünen iyonların tamponlama etkisini azaltmak için meşrubat her 2 dakikada bir yenilenmiştir (Tantbirojn ve ark 2008). Kola içeceği her döngüde değiştirilmiş ve yapay tükürük solüsyonu 2 günde bir değiştirilmiştir (Murakami ve ark 2009). Çalışmada Zanatta ve ark. çalışmalarında yaptıkları gibi 5 gün boyunca günde 4 kez olacak şekilde kola uygulanmıştır (Zanatta ve ark 2019).

Asidik bileşimli düzenli olarak kullanılan ilaçlar, genel popülasyonda diş erozyonu risk faktörlerinden biridir (Thomas ve ark 2015). Bunlara astım, kronik obstrüktif akciğer hastalığı, akut solunum yetmezliği ve diğerleri gibi solunum yolu hastalıkları için ilaçlar dahildir. Valinoti ve arkadaşları (Valinoti ve ark 2008), solunum bozukluklarında kullanılan asidik pH'lı iki ilacın (Dimetapp® ve Claritin®) uygulanmasıyla 30 insan dişi (mine) örneği üzerinde bir çalışma yapmış ve bu ilaçların aşındırıcı etkisini ortaya koymuştur. Scatena ve ark. düşük pH'lı ilaçlarla tedavi edilen minenin mikrosertliğini değerlendirdi ve salbutamol sülfat, guaifenesin veya demir sülfatın mine mikrosertliğinde önemli bir azalmaya yol açtığını buldu (Scatena ve ark 2014).

Çalışmamızda asitli şurup erozyonu için astım ve alerjik hastalıkların tedavisinde uzun süreli olarak kullanılan antihistaminik şurup grubundan bir ilaç seçilmiştir. Kullanılan protokol Gomes (Gomes ve ark 2017), Nahorny (Nahorny ve ark 2017), Scatena (Scatena ve ark 2014) ve arkadaşlarının çalışmalarından uyarlanmıştır (Gomes ve diğerleri, 2017; Nahorny ve diğerleri, 2017; Scatena ve diğerleri, 2014). Kullanılan Atarax şurubu (pH=2.25) daha önce yapılan ön çalışma ile belirlenmiştir. Günlük alım sayısını simüle etmek için, 5 gün boyunca günde 3 kez 1 dakika boyunca 3 ml ilaca daldırıldı. Her daldırma döngüsünden sonra distile su ile yıkandı ve bir sonraki daldırma döngüsüne kadar 37 °C'de 3 ml yapay tükürük içinde bekletildi.

Literatürde stimüle edilmiş tükürük toplayarak tükürük havuzu oluşturmak suretiyle erozyon çalışmalarını klinik ortama daha yakın gerçekleştirmek isteyen araştırmacılar olduğu gibi (Barbour ve ark. 2008; Hara ve ark. 2008; Faller ve ark. 2011); yapay tükürük kullanmayı tercih eden araştırmacılar da vardır (Poggio ve ark., 2010; Wang ve ark. 2014; Lombardini ve ark. 2013). Bizim çalışmamızda pH'sı 6.8 olan NaCl, KCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, NH<sub>4</sub>Cl, KSCN, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, üre, NaHCO<sub>3</sub> ve KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> içerikli yapay tükürük kullanılmıştır.

Demineralize minenin remineralizasyonuna katkıda bulunmak için birçok materyal çalışılmıştır. Florür, remineralizasyonu teşvik etmek, demineralizasyon için gereken pH'ı daha belirgin bir seviyeye yükseltmek ve bakteri metabolizmasını inhibe etmek için iyi bilinen bir malzemedir (Amaechi ve van Loveren 2013). Literatürde topikal florürün diş erozyonuna karşı (Larsen 2001, Larsen ve Richards 2002, Hughes ve ark 2004) korumasının olmamasından veya sınırlı korumasından neredeyse tam korumaya (Hove ve ark 2006) kadar çelişkili sonuçlar bulunmaktadır. Bunun nedeni özellikle dental substrat tipi ve kullanılan farklı florürlü maddelerin pH ve konsantrasyonu ile ilgili çalışma tasarımındaki farklılıklar olabilir (Ganss ve ark 2008).

Queiroz ve arkadaşları yaptıkları çalışmada F içeren solüsyon ve diş macunlarının sığır dişi üzerine etkilerini polarize ışık mikroskopunda değerlendirmişlerdir. Buna göre; bütün preparatların kontrol grubuna göre demineralizasyonu önlemede başarılı olduğunu bildirmişlerdir (Queiroz ve ark 2008). Souza ve arkadaşlarının *in situ* olarak tasarladıkları çalışmalarında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bütün F'li diş macunları ve ağız yıkama solüsyonlarıyla yapılan tedavi gruplarının tedavi yapılmayan gruba göre demineralizasyona karşı daha dirençli olduğunu belirtmişlerdir (Souza ve ark 2010).

Bizim çalışmamızın SEM bulguları asitli içecek erozyonuna karşı Queiroz ve arkadaşları, Souza ve arkadaşlarının çalışmasında olduğu gibi F'nin bu etkisini doğrulamaktadır. Aynı zamanda BAG ve YKZT vernik gruplarında da koruyucu vernik tabakası gözlemlenmiştir. Ancak asitli şurup grubunda sadece BAG vernik grubu erozyona karşı daha dirençli olduğu görülmüştür.

Mine yüzeyine topikal F uygulandıktan sonra  $CaF_2$  benzeri globüller belirlenmiş ve F'nin çürük önleyici etkisinin minenin difüzyon yollarını ve geçirgenliğini azaltmasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir. Ayrıca;  $CaF_2$  benzeri globüllerin zamanla geçirmez bir bariyer oluşturarak mineyi indirek olarak koruduğunu da belirtmişlerdir (Chersoni ve ark 2011).

Rosin-Grget ve arkadaşları yaptıkları çalışmada farklı F içerikli solüsyonların topikal uygulamasından sonra yüzeyde oluşturdukları değişiklikleri SEM ile inceleyip EDX ile mineral içeriğini analiz etmişlerdir. Buna göre; yüksek F içerikli

solüsyonların yüzeyde daha homojen depozit dağılımı gösterdiği, düşük F içerikli solüsyonların ise daha geniş globül oluşturdıkları bildirilmiştir. Daha geniş alana sahip globüllerin daha az çözünmediği ve böylece daha uzun süre F rezervuarı olarak hizmet edebileceği göstermiştir (Rosin-Grget ve ark 2000).

Nassur ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarında titanyum tetraflorid (TiF<sub>4</sub>) ve  $\beta$  siklodekstrin ( $\beta$ CD)'in mine demineralizasyonunu önleyici etkisini araştırmışlar, mine yüzeylerini TiF<sub>4</sub>,  $\beta$ CD ve ikisini birlikte kullanarak tedavi etmişler ve ardından pH siklusuna maruz bırakarak SEM görüntülerini incelemişlerdir. Buna göre; F'nin tek başına ve kombine kullanımında daha sağlam bir yüzey görüntüsü elde edilirken, diğer gruplarda daha gözenekli bir görüntü elde edilmiştir (Nassur ve ark 2013). Çalışmamızda erozyon siklusu sonrası SEM bulguları Nassur ve arkadaşlarının bulguları ile benzerlik göstermektedir. F uygulanan gruplarda daha az gözenekli bir yüzey görüntüsü elde edilmiştir. Bizim çalışmamızda kullanılan 22600 ppm NaF içeren flor verniktir. Mevcut çalışmanın SEM bulgularına göre flor vernik grubu (Metroberry Vernik) asitli içecek erozyonuna karşı koruyucu etki göstermiştir ancak asitli şurup grubunda koruyucu tabakanın daha ince gözenekler etrafında biriken kristaller ile kaplandığı görülmüştür.

Biyoaktif camlar, orijinal olarak kemik rejeneratif malzemeler olarak geliştirilmiş, yüksek düzeyde biyouyumlu malzemeler sınıfındadır. 45S5, geliştirilen ilk biyoaktif camdır ve ağırlıkça %45 SiO<sub>2</sub>, %24,5 Na<sub>2</sub>O, %24,5 CaO ve %6 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> içeren inorganik amorf bir malzemedir (Skallevold ve ark 2019). BAG, tükürük gibi vücut sıvılarına maruz kaldığında reaktiftir ve kimyasal olarak doğal diş mineraline benzer bir mineral olan hidroksikarbonat apatit (HCA) tortuları oluşturur (Andersson ve Kangasniemi 1991, Hench 1993). Bu nedenle biyoaktif camların diş hekimliğinde güçlü bir remineralizasyon potansiyeli olduğu öne sürülmüştür (Burwell ve ark 2009). Önceki çalışmalarda biyoaktif camın mine erozyonunu kontrol ettiği gösterilmiştir. Bununla birlikte, yapılan çalışmalarda asit yüklemesine maruz kalan diş yapısında eroziv aşınma hala gözlenmişti (Bakry ve ark 2014). Fosfat camları, malzeme yapılarında yüksek fosfat içeriğine sahip biyoaktif camlardır ve düşük pH'da apatit oluşumunu artırabilir (Mneimne ve ark 2011). Bizim çalışmamızda 22600 ppm NaF içeren biyoaktif cam vernik (Metroberry vernik) kullanılmıştır. Biyoaktif cam tek başına asit saldırısına dirençli olamayabileceği endişesiyle

içerisine florür eklenmiştir. Fizyolojik solüsyonlarda florür içeren bag hidroksikarbonat apatit yerine flor apatit oluşturduğu Brauer ve arkadaşları tarafından gösterilmiştir (Brauer ve ark 2010). Çalışmamızda SEM bulgularımıza göre florlu BAG grubu hem asitli içecek hem asitli şurup erozyonunda koruyucu tabakanın varlığı gözlenmiştir.

Sodyum trimetafosfat (STMP) yoğunlaştırılmış inorganik bir fosfattır. Mine yüzeyindeki fosfat bölgelerine güçlü bir şekilde bağlanabilir ve diğer fosfatlara göre daha uzun süre adsorbe edilmiş halde kalabilir. Bu durum, diş çürüğü tehdidi sırasında iyonların asit difüzyonunu sınırlayarak, mine yüzeyinde koruyucu bir tabaka oluşumuna yol açar (Philip 2019). Bu koruyucu bariyer, mineden kalsiyum ve florür iyonlarının difüzyonunu sınırlar (Philip 2019). *In situ* modeller, düşük florürlü bir ürünün STMP ile desteklenmesinin, 1.100 ppm florür formülasyonuna benzer remineralizasyon etkileri ürettiğini göstermiştir (Sankar ve ark 2020).

Yumurta kabuğu, taşıdığı antibakteriyel ajanlar yanında mineralizasyonu başlatan ve kontrol eden biyoaktif maddelere ek olarak, remineralizasyonda kullanılan, başta kalsiyum olmak üzere diğer iyonları da çok yüksek miktarda içermektedir (Panheleux ve ark 1999, Lavelin ve ark 2000). Tavuk yumurta kabuğu ekstraktlarında kemik yapımında önemli rol oynayan ovotransferrin, ovocleidin-17, ovocleidin-116, osteopontin, ovalbümin, ovocalyxin-21, ovocalyxin-25, ovocalyxin-32, ovocalyxin-37, clusterin ve lizozimin varlığı gösterilmiştir. Bunlar, kabuk oluşumu esnasında, kalsit kristalinin oluşumunun başlamasını, morfolojisini ve presipitasyon hızını düzenleyen biyoaktif moleküllerdir (Gautron ve ark 1996).

Yumurta kabuk zarları biri kalın ve dışta yer alan, diğeri ince ve içte bulunan olmak üzere iki yaprak halinde, kireç kabuk altında yerleşir ve yumurta akını çepeçevre kuşatırlar. Zarların %70'i organik maddelerden, %10'u inorganik maddelerden, %20'si de sudan oluşur. Kabuk zarları da mineralizasyonu başlatan ve kontrol eden biyoaktif maddelere ek olarak tip I kollajence de zengin olup, bu niteliğiyle remineralizasyona katkı yapması yanında, bölgede gerçekleşen hücresel olaylar üzerinde de olumlu etki yapar (Gautron ve ark 1996, Sodek ve ark 2000, Durmuş ve ark 2003).

Bizim çalışmamızda florsuz STMP ile muamele edilmiş yumurta kabuk ve zar tozu içeren vernik (Bio Viera vernik) kullanılmıştır. Çalışmanın SEM bulgularına göre STMP ile muamele edilmiş yumurta kabuk ve zar tozu içeren vernik (Bio Viera vernik) asitli içecek erozyonuna karşı yüzeyde ince amorf bir tabaka ve esas olarak gözeneklerin etrafında biriken dağınık kristaller görülmüştür ancak asitli şurup grubunda koruyucu tabakanın gözlenmediği ancak eroziv demineralizasyon bulgularının görülmediğini söyleyebiliriz.

Nanohidroksiapatit, mine remineralizasyonunu desteklemek ve dentin aşırı duyarlılığını tedavi etmek için yaygın olarak diş macununa dahil edilir. Onwubu ve ark. yaptıkları çalışmada, mekanokimya yoluyla yumurta kabuğundan üretilen nHAp'nin remineralizasyonu ve aside dirençli özelliklerini rapor etmektedir. Sonuçlar, nHAp'nin asitlere karşı iyi bir tamponlama özelliğine sahip olduğunu göstermektedir (Onwubu ve ark 2020).

Asidik maddelerden mine demineralizasyonunun, sitrik asit içeren eroziv içeceklerin artan alımı ile halk sağlığı sektöründe önemli bir endişe haline gelmiştir (West ve ark 2017). Ayrıca sitrik ve maleik asitler günlük hayatımızda tükettiğimiz içecek ve meyve sularında en çok bulunan maddelerdir (Yu ve ark 2016). Bu nedenle, nHAp'nin sitrik ve maleik asitlere karşı tamponlama özellikleri, diş demineralizasyonundan sorumlu olan hem sitrik hem de maleik asitleri etkili bir şekilde nötralize edebileceğini ve böylece remineralizasyon için gerekli olan yüksek oranda biyolojik olarak kullanılabilir kalsiyum sunabileceğini göstermektedir (Macri 2016). Ayrıca, diyet asitlerinin diş minesinin yapısal bütünlüğü üzerindeki olumsuz etkisi göz önüne alındığında, dental verniklerin diyet asidi koşulları üzerindeki asidik direncini simüle etmek ve değerlendirmek için çalışmamızda pH 2.25 olan asitli şurup ve 2.65 olan asitli içecek kullanıldı. Çalışmamızda YKZT vernik uygulanmış yüzeyden aldığımız SEM görüntüsünde de aynı şekilde nHAp varlığında mine yüzey bütünlüğü üzerine etkisinin minimal olduğu gözlemlendi ve mine remineralizasyonunun bir biçimi olduğunu düşündürmektedir. Bu muhtemelen yumurta kabuğundan ve içerisindeki STMP ve nHAp'nin tamponlama yeteneklerinden kaynaklanmış olabilir ve böylece minenin çözünmesini engellemiş olabilir.

Juntavee ve ark 2021 de yaptığı çalışmada nano-HA diş macunu, işlevselleştirilmiş trikalsiyum fosfat diş macunu ve florürlü diş macununun çürük

lezyonları üzerindeki remineralizasyon potansiyelini karşılaştırdı (Juntavee ve ark 2021). Nano hidtoksiapatit örneğinin SEM analizinde yeni bir apatit tabakasının oluşumunu ve çürük lezyonun remineralizasyonunu gösteren pürüzsüz ve homojen bir yüzey gösterdi. Florlu macun grubunda ince bir mineralizasyon tabakası gösterdi, mine yüzeyinde indüklenen çürük lezyonunun tüm yüzeyi üzerinde florürlü diş macunu eksik remineralizasyon kabiliyetini gösterir. Nanohidroksiapatit grupları için SEM görüntüleri diğer gruplardakiler ile benzerdi. SEM görüntüleri, bu diş macunlarının çürük mine üzerinde yeni bir apatit tabakasının oluşumunu ve remineralizasyonunu gösterdi. Mikrosertlik değerleri karşılaştırıldığında nanohidroksi apatit flor grubuna göre daha yüksek mikrosertlik değerleri gösterdi.

Diş sert dokuları, fosfat, karbonat ve hidroksil bantlarından oluşan mineral matris, C-H, C=O, C-N, N-H, NCO, NCN<sub>2</sub> (Dowker ve Elliott 1983) (Payne ve Veis 1988) gibi kimyasal bileşiklerden kaynaklanan bantlara sahip kollajen veya kollajen olmayan proteinlerden oluşan (Rey ve ark 1990) (Rey ve ark 1991) organik matris ve dokuda bulunan suyun (LeGeros ve ark 1978) (Bayly ve ark 1963) toplamından oluşur. Dokuların absorpsiyon spektrumları, birincil bileşenlerinin spektrumlarının toplamından oluşur.

Absorbans, yansıma ve dokuların kimyasal bileşimi gibi optik özelliklerin belirlenmesi diş hekimliği araştırmalarında büyük önem taşımaktadır. Su, fosfat, karbonat ve organik malzeme gibi sert dokuda bulunan kimyasal bileşenler, kızılötesi radyasyonu güçlü bir şekilde emer. Kızılötesi bölgede bulunan tüm bantların kimyasal kökenini belirlemek önemlidir, çünkü bu spektrum bilgisi dokuyu tanımlayan bir "parmak izi" gibidir. Bu kızılötesi bilgi, iletim ve yansıma modunda kızılötesi spektroskopinin kullanılmasıyla mümkündür. Dokudaki kimyasal değişiklikleri tanımlamak için bu tekniği geliştirmek, özelliklerini daha doğal bir biçimde karakterize etmek için gereklidir (Bachmann ve ark 2003). Diş sert doku örneklerini ince kesitler halinde ya da toz halinde bileşenlerin kızılötesi spektroskopi ile dokuların kimyasal bileşimini değerlendirmek mümkündür (Rehman ve ark 1994). İletim modunda kesiti alınan numunelerin, parlatılmış blok numunelerin ve yansıma modunda dişin doğal yüzeylerinin kızılötesi spektroskopisini kullanarak, diş sert dokularında üretilen kimyasal ve optik değişiklikleri karakterize etmek mümkündür. Bu, lazer ışınlaması, kimyasal işlem veya ikisinin birleşimi ile yapılabilir. Böylece,

bu teknik, lazer ışınının sert dokular üzerindeki etkisini ve ağız içi bakteriler tarafından üretilen asit saldırısının etkisini inceleyen diş hekimliği araştırma alanlarında kullanılabilir (Emerson ve Fischer 1962). Bu nedenle çalışmamızda zayıflatılmış toplam yansıma Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi (ATR-FTIR) yöntemi tercih edilmiştir.

FTIR, mineral yapıya sahip farklı atom gruplarının (örn.  $PO_4^{3-}$ ) ve diş oluşturulan organik yapıdaki bileşenlerin (örn. kolajen amidler) fonksiyonel gruplarının deneyimlediği moleküler titreşimlere dayanır. Bu tekniğin sağladığı bilgi, kızılötesi radyasyonun absorpsiyon yoğunluğunun, titreşim sırasında kovalent bağın dipol momentindeki değişimin derecesi ile orantılı olduğu gerçeğine dayanmaktadır. Bantların alanı veya yüksekliği, dental numunelerde bulunan ana bileşenlerin kantitatif analizi için bir ölçü olarak kabul edilir (Grunenwald ve ark 2014). Çalışmamızda bu bantların pik değerleri ve alanları analiz edilmiştir.

Minerin mineral matrisi, büyük çoğunluğunda karbonat hidroksiapatit (Bachmann ve ark 2003) kristallerinden oluşur ve kızılötesi bölgede absorbe edilen bileşenler hidroksil (OH), karbonat ( $CO_3^{2-}$ ) ve fosfat radikalidir ( $PO_4^{3-}$ ) (Dahm ve Risnes 1999).  $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$  formülüne sahip saf hidroksiapatit kristalinin aksine, diş minesi büyük iyon ikameleri içerir. Bunlardan  $F^-$  iyonu  $OH^-$ 'nin yerini  $CO_3^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$  veya  $OH^-$ 'in yerini ve  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ 'nın yerini alabilir. Bu iyon ikamelerinin çoğu, basitleştirilmiş formülle temsil edilen diş mineralinin çözünürlüğünü önemli ölçüde artırır (Featherstone ve ark 1983). Nano boyutlu HA kafes yapısı içinde, anyonik  $CO_3^{2-}$  iyonları, A-tipi karbonatı oluşturmak için OH-gruplarıyla değiştirilir veya B-tipi karbonatı oluşturmak için  $PO_4^{3-}$  tetrahedralin yerini alır (Featherstone ve ark 1983, LeGeros 1991).

Asitli şurup ile demineralize edilmiş vernik grupları kontrol ile kıyaslandığında  $CO_3^{2-}$  ve  $PO_4^{3-}$  pikinde oluşan absorbans yoğunluklarında artış gözlenmiş fakat bu artış istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Asitli içecek ile demineralize edilmiş vernik gruplarında sadece YKZT grubunda bu bariz piklere rastlanmıştır. Bu durumun nedeninin asitli şurup pH'sının daha yüksek olması nedeniyle oluşabileceği ve asitli içecek ile demineralize edilmiş YKZT grubunda ise doğal bir remineralizasyon oluşabileceği düşünülebilir.



960 cm<sup>-1</sup>'de  $\nu_1$  PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> bandının yoğunluğundaki önemli bir azalma, erozyon sırasında apatit yapısında bir değişiklik anlamına gelir. Göreceli karbonat içeriği, apatitlerin titreşim spektroskopisi (IR & Raman) kullanılarak tespit edilebilir. Bizim çalışmamızda 960 cm<sup>-1</sup>'de  $\nu_1$  PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> bandında asitli şurup erozyonunda tüm gruplarda vernik uygulanmadan erozyona uğramış kontrol gruplarında daha düşük değerler bulundu ancak istatistiksel olarak bir fark yoktu. Asitli içecek grubunda ise sadece flor vernik kontrol grubunda daha düşük değer görülürken diğer gruplarda değerler birbirine yakındı. Asitli şurup pH 'sının daha düşük olması erozyon bulgularının daha belirgin olmasına yol açmış olabilir.

Mine spektrumunda gözlemlenen, esas olarak karbonatlı hidroksiapatitten oluşan matris (~97 ağırlık%) kollajen yapısına ve kollajen olmayan proteinlere karşılık gelen bantların yoğunluğu dentinden daha düşüktür, bu dokudaki zayıf organik içeriği (ağırlıkça yaklaşık %1,5) ve inorganik proteinlerin yüksek içeriğini yansıtır (Bachmann ve ark 2005). Bu nedenle, amidlere karşılık gelen kızılötesi bantlar, fosfat ve karbonat bantlarına göre daha düşük yoğunluklara sahiptir, bu da diğer araştırmalarda bildirildiği gibi düşük yoğunluklu amid III oranını ölçmeyi zorlaştırır (Reyes-Gasga ve ark 2013, Lu ve ark 2019).

Mineyi florlama, başlangıç çürükleriyle mücadele yöntemlerinden biridir (Hicks ve ark 2004, Carey 2014), diş matrisinin inorganik kısmını, nanokristalin kusurlu kalsiyum karbonat ikameli hidroksiapatiti stabilize eder; bu, biyojenik apatit durumunda yapısal formül Ca<sub>8,8</sub>Mg<sub>0,1</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>4,9</sub>(HPO<sub>4</sub>)<sub>0,6</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>0,5</sub>(OH)<sub>0,9</sub> veya daha doğrusu (Ca)<sub>5,x</sub>(Mg)<sub>q</sub>(Na)<sub>u</sub>(HPO<sub>4</sub>)<sub>v</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>w</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3,y</sub>(OH,F)<sub>x,z</sub> ile tanımlanabilir burada x, q, u, v, w, y ve z stokiyometri katsayılarıdır (Aoba 1994). Flor iyonları, apatitteki hidroksil gruplarını ve boşlukları değiştirerek daha kararlı bir kristal kafes, kalsiyum florapatit (Hicks ve ark 2004) (Aoba 1994) oluşturur ve bu kristal çürüklere karşı daha dirençlidir. Bununla birlikte, doğal apatitinkinden farklı fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeniyle FA oluşumu, minenin mineralizasyon ve taşıma fonksiyonlarının bozulmasına yol açar (Hicks ve ark 2004, DenBesten ve Li 2011, Carey 2014). Diş macununa ve diğer flor içeren bileşenlere aşırı maruz kalma nedeniyle birçok kişide florozis artmıştır (Carey 2014) .

Daimi diş minesinin toplam karbonat içeriğinin ağırlıkça yaklaşık %11'inin A tipi karbonat olduğu bildirilmiştir (Elliott ve ark 1985). Ağırlıkça kalan yüzde 89'u

fosfat iyonlarının yerini aldığından (Sønju Clasen ve Ruyter 1997) B tipi karbonat baskındır ve toplam seviyeler ağırlıkça yüzde 4'e kadar çıkmaktadır (Young 1975). Daimi minenin ortalama karbonat içeriği ve ayrıca minedeki karbonat gradyanı farklı yazarlar tarafından çeşitli yöntemler kullanılarak belirlenmiştir (Nikiforuk ve ark 1962, Weatherell ve ark 1968) (Holager 1970) (Cutress 1972, Arends ve Davidson 1975) X-ışınları daha kısa dalga boyuna, daha yüksek enerjiye ve dolayısıyla daha yüksek nüfuz etme kabiliyetine sahiptir. Kızılötesi daha yüksek dalga boyuna, daha düşük enerjiye ve dolayısıyla sınırlı penetrasyon derinliğine (1-10 lm) sahiptir (Kim ve ark 2016), bu da onu çoğunlukla yüzeyi etkileyen aşındırıcı değişiklikleri incelemek için ideal hale getirir.

Taube ve ark 2015'te yaptıkları bir çalışmada, 1071  $\text{cm}^{-1}$ 'deki B-tipi karbonattan kaynaklanan karbonat bandı, hipomineralize minede önemli ölçüde daha yoğun olduğunu buldu. A-tipi karbonattan kaynaklanan 1100  $\text{cm}^{-1}$ 'deki karbonat bandının yoğunluğu da istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte hipermineralize minede bir artışa işaret etmektedir (Taube ve ark 2015).

Seredin ve ark 2020'de yaptığı çalışmada optik mikrospektroskopi ile elde edilen verilere ve mine apatit kafesinde fosfat veya hidroksil radikallerinin yerini alan  $\text{CO}_3^{-2}$ 'nin karbonatlaşma fraksiyonunun oranını temsil eden R katsayısının [A-tipi/B-tipi] hesaplanmasına dayanarak, ağız boşluğunda artan flor içeriğinin neden olduğu patolojinin gelişiminin ilk aşamalarında minenin apatit mineralizasyonunun özellikleri belirlenmiştir. Verilerin istatistiksel analizi, yüzey katmanları için kontrol ve deney grupları arasındaki R [A-tipi/B-tipi] oranının ortalama değerlerinde önemli farklılıklar göstermiştir (Seredin ve ark 2020).

Minede karbonat,  $\text{CO}_3^{-2}$ , apatit kafesindeki iki anyonik bölgede (B-tipi karbonat)  $\text{PO}_4^{3-}$ 'ün veya  $\text{OH}^-$  iyonlarının (A-tipi karbonat) yerini alabilir. Önceki çalışmalara göre, daha yüksek dalga sayısı daha yoğun olmak üzere karbonat gerilme modunda yaklaşık 1540  $\text{cm}^{-1}$ 'de çok zayıf bir soğurma bandı ve 1453  $\text{cm}^{-1}$ 'de (A ve B bölgesinden katkı) ve 1420  $\text{cm}^{-1}$  civarında (B bölgesi) zayıf bantlar göstermektedir. Deformasyonel modda 872  $\text{cm}^{-1}$  (Shemesh 1990, Shimoda ve ark 1990) (Dahm ve Risnes 1999)'te bir net karbonat absorpsiyon bandı vardır. Bizim çalışmamızda da önceki çalışmalara benzer mine spektrum ve bant pozisyonları göstermiştir.

### **-Hidroksil Bantları**

Mine dokusunda, hidroksil radikalinden gelen iki kızılötesi mod, gerdirme moduyla bağlantılı  $3570\text{ cm}^{-1}$ 'de ve serbest modla bağlantılı  $749\text{ cm}^{-1}$ 'de gözlemlenebilir (Dahm ve Risnes 1999). Bu iki mod sadece yüksek kristalliğe sahip mine dokusunda gözlenirken, küçük kristalliğe sahip dentin dokusunda bu bantlar çok zayıf görünür.

Su biyolojik dokularda iki şekilde bulunabilir; dokuya zayıf bağlı, adsorbe edilmiş su ve yapıya kuvvetli bağlı yapısal su şeklinde bulunabilir (LeGeros ve ark 1978).  $4000$  ile  $400\text{ cm}^{-1}$  arasında su molekülüne bağlı dört absorpsiyon bandı gözlenir (Bayly ve ark 1963). Bu bölge için en yoğun bant,  $v_1$ ,  $v_2$  ve  $v_3$  modlarının toplamına bağlı olarak  $3398\text{ cm}^{-1}$ 'de gözlemlenebilir;  $1643\text{ cm}^{-1}$ 'de gözlenen başka bir bant,  $v_2$  modu ile ilişkilidir. Bu bandın yüksek yoğunluğu nedeniyle mine ve dentin dokularında varlığını gözlemek mümkündür. Başka bir bant  $2123\text{ cm}^{-1}$  civarında düşük yoğunlukta oluşur ve doku spektrumlarında görülmez.

Hidroksil bant yoğunluklarındaki büyük düşüş, karbonat ikamesindeki artışa bağlanabilir. Bu etki, karbonat ve hidroksil gruplarının tepe alanı hesaplanarak ölçülür. Elde edilen sonuçlar, karbonat iyonlarının hidroksil iyonları ile değiştirilmesini öneren Elliot ve diğerleri tarafından bildirilen verilerle uyumludur (Elliott ve ark 1985).

Dokuyu doğal haliyle spektroskopik olarak karakterize etmek için, doku kimyasal bileşimi bazı değişikliklere uğrayabileceğinden, numune hazırlamada bazı ayrıntılara dikkat etmek gerekir. Bu nedenle, öğütme işleminden sonra değişiklik gösterebilen organik-mineral matris ve su birleşimi başta olmak üzere dokunun doğal yapısını korumak için numunelerin kesitler veya bloklar halinde kullanılması gerekir (Bachmann ve ark 2003). Biyolojik kesitler sert doku örneklerinin kızılötesi spektroskopisi, bazı araştırma alanlarında toz örneklerin ölçümlerinden ziyade büyük önem taşımaktadır. Numuneler toz haline getirildiğinde ortama ilk kaybolan kimyasal bileşen sudur (Rowles 1967). Aynı şekilde, tozun granülometrisi, burada analiz edilen kızılötesi bölgedeki absorpsiyon bantları değerlerinin yoğunluğunu etkileyebilir (Emerson ve Fischer 1962). Bizim çalışmamızda insan mine dokusu için  $3500\text{ cm}^{-1}$  ile  $2900\text{ cm}^{-1}$  arasında geniş bir bant kaydedilmemiştir. Çünkü çalışmamızda örnekler toz elde edilmeden önce 2 gün inkübatörde kurutulmuştur.

Yukarıda da anlatıldığı gibi toz elde edilmesi ile de suyun kaybedilmesi nedeniyle hidroksil bantları daha az belirgin ve az çıktığını söyleyebiliriz.

### **- Karbonat Bantları**

Karbonat radikalinin dört titreşim modu vardır ve kızılötesi spektroskopi için sadece ikisi önemlidir,  $v_2$  ve  $v_3$  modları.  $v_1$  modu çok yoğun değildir ve fosfat radikalinden gelen daha güçlü  $v_3$  modu ile örtüşür;  $v_4$  modu çok daha zayıf bir gruptur (Rey ve ark 1989). Karbonat radikalleri, fosfat veya hidroksil radikallerinin yerini alan apatit kristallerinde bulunur. Karbonat hidroksil radikalini ikame ettiğinde A tipi, fosfat radikalini ikame ettiğinde B tipi olarak tasarlanır. Karbonat radikaline atanan absorpsiyon bantları hem mine hem de dentin dokularında iki bölgede gözlenir.  $v_3$  modu, mine dokusunda, insan ve sığır dokuları için sırasıyla  $1544 \text{ cm}^{-1}$  ve  $1538 \text{ cm}^{-1}$ 'de ve hem insan hem de sığır dokuları için  $1530$  ve  $1380 \text{ cm}^{-1}$  arasında görünür.  $v_2$  titreşim modu için  $890$  ve  $860 \text{ cm}^{-1}$  arasında iki bant oluşur, bu bantların konumları çok yakındır, bu nedenle onları ayırt etmek için yüksek çözünürlüklü spektrumlar elde etmek gerekir.  $v_3$  karbonat modu için insan mine dokusunda literatür,  $1545$ ,  $1450$  ve  $890 \text{ cm}^{-1}$ 'deki bantları hidroksili ikame ederek tip A'ya atadı; ve B tipine göre  $1465$ ,  $1412$  ve  $873 \text{ cm}^{-1}$ 'deki bantlar, fosfatın yerini alır.  $v_2$  karbonat modu için, A tipine  $879 \text{ cm}^{-1}$ 'de bir bant ve B tipine  $873 \text{ cm}^{-1}$ 'de bir bant atanır (Bachmann ve ark 2003). Çalışmamızda insan minesinde bulunması gereken hidroksil dışındaki tüm pikler elde edilmiştir. Çalışmamızda hem kontrol hem vernik gruplarında  $875 \text{ cm}^{-1}$  ve  $1500 \text{ cm}^{-1}$  civarında görülen pikler karbonatlı hidroksiapatitlerde bulunan  $\text{CO}_3^{-2}$  grubuna atfedilir. (Fowler 1974, Koutsopoulos 2002)

### **- Fosfat Bantları**

Fosfat radikali kızılötesi bölgede ( $4000-400 \text{ cm}^{-1}$ ) dört titreşim modu gösterir,  $v_1$  ve  $v_2$  modları kızılötesi spektroskopide etkin değildir ve yalnızca  $v_3$  ve  $v_4$  gözlenir.  $v_4$  titreşim modunda üç absorpsiyon bandı vardır, mine numunesinde bantlar  $650$  ile  $520 \text{ cm}^{-1}$  arasında görünür ve bantların daha çözüldüğü dentinde  $603,563 \text{ cm}^{-1}$ 'de üç bant bulunur ve  $575 \text{ cm}^{-1}$  etrafında bir omuz bulunur.  $v_3$  modu çok yoğundur ve hem mine hem de dentin dokularında geniş bir şekil ile gözlenir. Mine dokusunda bant daha doygun olmasına rağmen absorpsiyon bölgesi  $1200$  ile  $900 \text{ cm}^{-1}$  arasında gerçekleşir. Dekonvolüsyon tekniklerini kullanmak, bu bantların yoğunluğunu ve konumunu daha kesin olarak belirlemek mümkündür. Kızılötesi

spektroskopinin kimyasal analiz için kalitatif bir teknik olmasına rağmen, bu teknikle absorpsiyon bandı tanımlaması dış dokularının kimyasal bileşimini analiz etmek için faydalı olabilir. Çalışmamızda 1012 bandında görülen büyük pikler, hidroksiapatit kristalindeki  $PO_4^{3-}$  ün  $\nu_3$  P-O germe moduna karşılık gelir. Diğer güçlü  $\nu_4$  fosfat bantları ise  $600\text{ cm}^{-1}$  civarında görülmektedir.

Kalsiyum ve fosfat iyonlarının rolü, dişi sağlıklı tutmak ve dişi yapısında farklı remineralizasyonların oluşmasını desteklemekle ilgilidir. Yaşanan yapısal değişiklikler  $\nu_4$   $PO_4^{3-}$  titreşimine atanan bandın apatitin kristalliğinin analizinde yararlı olduğu gösterilmiştir, fosfatın  $\nu_3$  ve  $\nu_1$  modları ( $959\text{--}1230\text{ cm}^{-1}$ ) ise apatitin kristalliğini tespit etmek için en iyi belirteçler olarak ortaya çıkmıştır (Diez ve ark 2021). Karbonat/Fosfat oranının tüm gruplarda vernik gruplarının kontrollere göre daha düşük olduğu görüldü. Bu durum vernik gruplarında remineralizasyon belirtisi olan fosfat gruplarının daha yoğun olduğunun göstergesidir.

Asitli içecekler tarafından mine erozyonu sırasında, içeceklerdeki asidik aktif maddeler, minenin mineral kristalleri ile etkileşime girer (Lussi ve ark 2011). Mine yüzeylerinin sertliğinin azalması, erozyonun erken bir belirtisidir (Huysmans ve ark 2011). Bu nedenle, mine yüzeylerindeki asidik maddelerin aşındırıcı potansiyeli, mine erozyonunu araştırmak için yaygın olarak kullanılan mikrosertlik ölçüleriyle ölçülebilir (Barbour ve Rees 2004). Eroziv minenin yüzey kimyasal bileşiminin değişmesine genellikle morfoloji ve mekanik özelliklerdeki değişiklikler eşlik eder. Bununla birlikte, bu tür mikrosertlik teknikleri, erozyon sırasında moleküler veya atomik düzeyde meydana gelen mine yüzeyindeki yapısal değişiklikler hakkında bilgi vermez (Wang ve ark 2008). Mikrosertlik tekniği, minenin çeşitli çözeltilerle aşınmasını karşılaştırmak için kullanılmış olsada sonuçlar yalnızca malzemenin mekanik özelliklerini yansıtmaktadır.

Feather ve ark (1983), yaptıkları çalışmada mikrosertlik ve mikroradyograf ölçümlerini karşılaştırmış ve sonuç olarak her iki tekniğin de kullanılmasıyla mine yüzeyindeki demineralizasyon-remineralizasyon değişimlerinin saptanabileceğini bildirmiştir (Featherstone ve ark 1983). Bu çalışmada mine yüzeyindeki demineralizasyon ve remineralizasyon değişimlerinin saptanabilmesi için, demineralizasyon öncesi ve sonrası mikrosertlik ölçümlerinden yararlanılmıştır. Mikrosertlik ölçümlerinin kısa zaman gerektirmesi, kolaylıkla ölçümlerin

yapılabilmesi ve mine yüzeyinde meydana gelen demineralizasyon-remineralizasyon sırasındaki değişimlerin güvenli bir şekilde saptanması nedeniyle bu çalışmada insan dişine uygulanan verniklerin mine yüzeyindeki değişimlerini saptamak amacıyla yüzey mikrosertlik ölçümlerinden faydalanıldı. Bu çalışmada mikrosertlik ölçümleri için örnekler standart kalınlıklarda hazırlanan silikon içerisinde gömülerek ölçümler sırasında standardizasyonun sağlanması amaçlandı.

Çalışmamızda literatüre uygun olarak Vickers girintilerini kullanan yüzey mikro sertlik testi kullanıldı. Bu yöntem, yüzey sertlik seviyelerini yüksek hassasiyetle ölçmek için uygun görülmüştür (Rehder Neto ve ark 2009). Örnekler literatürlere uygun olarak 4 farklı noktadan 10 sn süreyle 100 g kuvvet olacak şekilde ölçüm yapıldı ve bu değerlerin ortalaması alınarak her örnek için mikrosertlik değerleri elde edildi (Lucey ve ark 2010) (Moshaverinia ve ark 2010). Her grupta 5 örnek olacak şekilde 6 gruba ayrılan toplamda 30 örnek için başlangıç mikrosertlik ölçümleri yapıldı.

BAG'ın mine remineralizasyon etkisi üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bakry ve ark 2014'te yaptığı çalışmada 45S5 BAG patının, yüzey altı aşınmış mine yüzeyinin mikrosertliğini iyileştirdiği bildirildi. Biyoaktif cam macun grubu için 40 ve 50 µm derinlikte kontrol, florür ve 24 saat florür uygulaması grupları ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha yüksek yüzey sertlik değerleri kaydetti. Florür grubu, yalnızca 30 µm derinlikte kontrol ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha yüksek mikrosertlik değerleri kaydetti (Bakry ve ark 2014).

Başlangıç aşamasındaki mine eroziv lezyonlarına BAG pastasının uygulanmasının, lezyonları aşınmaya dayanıklı bir HAP tabakası ile restore ettiği görülmüştür (Bakry ve ark 2014). BAG içeren diş macununun çürük benzeri lezyonların remineralizasyonu üzerinde florür içeren diş macununa kıyasla daha yüksek mikrosertlik değerleri göstermiştir (Golpayegani ve ark 2012). Ayrıca BAG, 500 ppm florürlü diş macunu ve CPP-ACP'ye benzer şekilde süt dişlerindeki çürüklerin remineralizasyonunu göstermiştir (Benjasuwantep ve ark 2017). Daha önceki çalışmalarda da belirtildiği gibi BAG çoğunlukla macun olarak kullanılmaktadır. Ne yazık ki, bu formun mine yüzeyinde yeterli kalıcılığı yoktur. Bu nedenle mine üzerinde kalma süresini artırmak için vernik olarak tasarlanmış formu ve bu çalışmada kullanılmıştır.

Kim ve ark 2021 de yaptığı çalışmada kullandıkları deneysel BAG verniğinin flor gruplarına kıyasla demineralizasyondan sonra daha yüksek mikrosertliği kazanımı sağladığını göstermiştir (Kim ve ark 2021). Yapılan bir çalışmada florürlü diş macunu ile biyoaktif cam florürlü macun yüzey mikrosertliği karşılaştırılmış. BAG grubunda Florürlü macunlara göre %6 sitrik asitte 5 dk erozyon sonrası daha yüksek yüzey mikrosertliği bulundu (Farooq ve ark 2021).

Bizim çalışmamızda ise asitli şurup erozyonuna karşı FV grubu BAG vernik grubu ile benzer, YKZT grubundan farklı göstermiştir. Asitli içecek erozyonuna karşı BAG grubu FV ile benzer YKZT grubundan farklı mikrosertlik değerleri göstermiştir. Her iki erozyona karşı YKZT grupları başlangıca en yakın mikrosertlik değerlerini göstermiştir. SEM bulgularında, YKZT gruplarında diğer gruplarda yüzeyinde görülen koruyucu tabaka görülmemiş olup doğal mine görüntüsüne yakın bir görüntü elde edilmişti. Elde edilen mikrosertlik verilerinin de doğal mineye yakın olması daha önce belirttiğimiz gibi YKZT grubunda STMP ve nHAp varlığında yüzeyde ekstra tabaka oluşturmadan mine remineralizasyonunun bir biçimi oluşturduğunu söyleyebiliriz.

## 5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızdan elde edilen bulgular ışığında;

- SEM bulgularına göre; asitli şurup ile demineralize edilmiş FV ve YKZT gruplarının yüzeyde oluşturduğu kaplamanın, asitli içecek gruplarına göre daha ince olduğu ve yüzeyin doğal mineye benzer olduğu görüldü. BAG gruplarında ise hem asitli şurup hem de asitli içecek demineralizasyonunda bariz bir yüzey kaplama bulgusu elde edildi.
- Asitli şurup ve içecek ile demineralize edilmiş vernik gruplarında  $\text{CO}_3^{-2}$  ve  $\text{PO}_4^{-3}$  pik spektrumları kendi kontrolleri ile arasında bir farklılık gözlenmedi. Bu nedenle tüm vernikler FTIR bulgularına göre erozyona karşı önemli bir koruyuculuk göstermedi.
- Asitli şurup ve içecek ile demineralize edilmiş vernik gruplarında sadece Karbonat v2 bandında FV ve FV-K arasında bir farklılık bulundu. Diğer bant alanları ve  $\text{CO}_3^{-2}$  /  $\text{PO}_4^{-3}$  oranları erozyona karşı vernik alanları ile kontrol alanları benzer bulgular sergiledi.
- Mikrosertlik analizlerine göre asitli şurup ile demineralize BAG grubu ve asitli içecek ile demineralize edilmiş FV grubu kontrolü ile benzer bulundu. Bu gruplarda sertlik değerleri verniklerin korumasının yeterli olmadığını göstermektedir.
- Diğer gruplarda vernik grupları kontrol gruplarına göre daha yüksek mikrosertlik değerleri gösterdi ancak başlangıç sertliğine hiçbir vernik grubu ulaşamadı.

Erozyon önlenebilen bir hastalıktır. Aside karşı dişin dayanıklılığını arttırmak için vernikler iyi bir alternatiftir. Çalışmamızda kullandığımız florlu BAG ve YKZT vernikleri FV ile benzer bulgular sergilediği için bu biyoaktif içerikli ürünler klinik kullanım için alternatif olarak kabul edilebilir. Ancak bu verniklerin tek başına kullanımları etiyojisi ortadan kaldırılmadığı sürece erozyonu önlemede yeterli olmayacağı çalışmamız sonuçlarında gösterilmiştir.

Astım ve alerji tedavisinde uzun süreli olarak kullanılan şurupların ve sıklıkla tüketilen asitli içeceklerin pH'ları göz önüne alınarak erozyona karşı hastalara karşı



koruyucu önerilerde bulunulmalıdır. Ayrıca in vitro sonuçların in vivo durumu yeterli yansıtamayacağı için bu konuda klinik çalışmalar yapılmasına ihtiyaç vardır.



## 6.KAYNAKÇA

- Addy M, Hunter ML, 2003. Can tooth brushing damage your health? Effects on oral and dental tissues. *Int Dent J*, 53 Suppl 3, 177-86.
- Al-Dlaigan YH, Shaw L, Smith A, 2001. Dental erosion in a group of British 14-year-old school children. Part II: Influence of dietary intake. *Br Dent J*, 190, 5, 258-61.
- Alavi G, Alavi A, Saberfiroozi M, Sarbazi A, Motamedi M, Hamedani S, 2014. Dental erosion in patients with gastroesophageal reflux disease (GERD) in a sample of patients referred to the Motahari Clinic, Shiraz, Iran. *Journal of Dentistry*, 15, 1, 33.
- Ali DA, Brown RS, Rodriguez LO, Moody EL, Nasr MF, 2002. Dental erosion caused by silent gastroesophageal reflux disease. *The Journal of the American Dental Association*, 133, 6, 734-7.
- Almeida e Silva JS, Baratieri LN, Araujo E, Widmer N, 2011. Dental erosion: understanding this pervasive condition. *J Esthet Restor Dent*, 23, 4, 205-16.
- Amaechi BT, 2015. *Dental erosion and its clinical management*, Springer, p.
- Amaechi BT, Higham S, Edgar W, 1999. Factors influencing the development of dental erosion in vitro: enamel type, temperature and exposure time. *Journal of oral rehabilitation*, 26, 8, 624-30.
- Amaechi BT, Higham SM, 2005. Dental erosion: possible approaches to prevention and control. *Journal of dentistry*, 33, 3, 243-52.
- Amaechi BT, Higham SM, Edgar WM, 1999. Factors influencing the development of dental erosion in vitro: enamel type, temperature and exposure time. *J Oral Rehabil*, 26, 8, 624-30.
- Amaechi BT, Higham SM, Edgar WM, 2003. Influence of abrasion in clinical manifestation of human dental erosion. *J Oral Rehabil*, 30, 4, 407-13.
- Amaechi BT, Karthikeyan R, Mensinkai PK, Najibfard K, Mackey AC, Karlinsey RL, 2010. Remineralization of eroded enamel by a NaF rinse containing a novel calcium phosphate agent in an in situ model: a pilot study. *Clin Cosmet Investig Dent*, 2, 93-100.
- Amaechi BT, van Loveren C, 2013. Fluorides and non-fluoride remineralization systems. *Monogr Oral Sci*, 23, 15-26.
- Andersson Ö, Kangasniemi I, 1991. Calcium phosphate formation at the surface of bioactive glass in vitro. *Journal of biomedical materials research*, 25, 8, 1019-30.
- Angelillo IF, Torre I, Nobile CG, Villari P, 1999. Caries and fluorosis prevalence in communities with different concentrations of fluoride in the water. *Caries Res*, 33, 2, 114-22.
- Aoba T, 1994. Strategies for improving the assessment of dental fluorosis: focus on chemical and biochemical aspects. *Advances in Dental Research*, 8, 1, 66-74.
- Aren G. Çocukta floridli diş macunu kullanımının yararları ve olası riskleri. *TDBD* 2014;140;74-9
- Arends J, Davidson C, 1975. HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup> content in enamel and artificial carious lesions. *Calcified tissue research*, 18, 1, 65-79.
- Arends J, Ten Bosch J, 1992. Demineralization and remineralization evaluation techniques. *Journal of dental research*, 71, 3\_suppl, 924-8.

- Asmawati A, 2017. Identification of inorganic compounds in eggshell as a dental remineralization material. *Journal of Dentomaxillofacial Science*, 2, 3, 168-71.
- Association AP, Nomenclature Co, Statistics, 1952. Diagnostic and statistical manual: mental disorders, American Psychiatric Association, p.
- Attin T, 2006. Methods for assessment of dental erosion. *Monogr Oral Sci*, 20, 152-72.
- Attin T, Buchalla W, Putz B, 2001. In vitro evaluation of different remineralization periods in improving the resistance of previously eroded bovine dentine against tooth-brushing abrasion. *Arch Oral Biol*, 46, 9, 871-4.
- Attin T, Deifuss H, Hellwig E, 1999. Influence of acidified fluoride gel on abrasion resistance of eroded enamel. *Caries Res*, 33, 2, 135-9.
- Attin T, Knöfel S, Buchalla W, Tütüncü R, 2001. In situ evaluation of different remineralization periods to decrease brushing abrasion of demineralized enamel. *Caries research*, 35, 3, 216-22.
- Attin T, Weiss K, Becker K, Buchalla W, Wiegand A, 2005. Impact of modified acidic soft drinks on enamel erosion. *Oral Dis*, 11, 1, 7-12.
- Aykut-Yetkiner A, Wiegand A, Ronay V, Attin R, Becker K, Attin T, 2014. In vitro evaluation of the erosive potential of viscosity-modified soft acidic drinks on enamel. *Clinical oral investigations*, 18, 3, 769-73.
- Bachmann L, Diebolder R, Hibst R, Zezell DM, 2003. Infrared absorption bands of enamel and dentin tissues from human and bovine teeth. *Applied Spectroscopy Reviews*, 38, 1, 1-14.
- Bachmann L, Diebolder R, Hibst R, Zezell DM, 2005. Changes in chemical composition and collagen structure of dentine tissue after erbium laser irradiation. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc*, 61, 11-12, 2634-9.
- Bader J, McClure F, Scurria M, Shugars D, Heymann H, 1996. Case-control study of non-carious cervical lesions. *Community dentistry and oral epidemiology*, 24, 4, 286-91.
- Bakry A, Takahashi H, Otsuki M, Tagami J, 2014. Evaluation of new treatment for incipient enamel demineralization using 45S5 bioglass. *Dental Materials*, 30, 3, 314-20.
- Bakry AS, Marghalani HY, Amin OA, Tagami J, 2014. The effect of a bioglass paste on enamel exposed to erosive challenge. *Journal of dentistry*, 42, 11, 1458-63.
- Bakry AS, Marghalani HY, Amin OA, Tagami J, 2014. The effect of a bioglass paste on enamel exposed to erosive challenge. *J Dent*, 42, 11, 1458-63.
- Balooch M, Habelitz S, Kinney JH, Marshall SJ, Marshall GW, 2008. Mechanical properties of mineralized collagen fibrils as influenced by demineralization. *J Struct Biol*, 162, 3, 404-10.
- Bamise CT, Esan TA, Ajayi JO, Olagundoye O, Oziegbe EO, 2008. Dental erosion in a roadside battery technician: case report and a review of the literature. *Oral Health & Preventive Dentistry*, 6, 3.
- Banks M, 2009. The modern investigation and management of gastro-oesophageal reflux disease (GORD). *Clinical medicine*, 9, 6, 600.
- Barbour M, Rees J, 2004. The laboratory assessment of enamel erosion: a review. *Journal of dentistry*, 32, 8, 591-602.

- Barbour ME, Finke M, Parker DM, Hughes JA, Allen GC, Addy M, 2006. The relationship between enamel softening and erosion caused by soft drinks at a range of temperatures. *J Dent*, 34, 3, 207-13.
- Barbour ME, Parker DM, Allen GC, Jandt KD, 2003. Enamel dissolution in citric acid as a function of calcium and phosphate concentrations and degree of saturation with respect to hydroxyapatite. *European journal of oral sciences*, 111, 5, 428-33.
- Barbour ME, Rees JS, 2004. The laboratory assessment of enamel erosion: a review. *J Dent*, 32, 8, 591-602.
- Barbour ME, Shellis RP, Parker DM, Allen GC, Addy M, 2005. An investigation of some food-approved polymers as agents to inhibit hydroxyapatite dissolution. *Eur J Oral Sci*, 113, 6, 457-61.
- Bardolia P, Burnside G, Ashcroft A, Milosevic A, Goodfellow SA, Rolfe EA, Pine CM, 2010. Prevalence and risk indicators of erosion in thirteen- to fourteen-year-olds on the Isle of Man. *Caries Res*, 44, 2, 165-8.
- Bartlett D, 2006. Intrinsic causes of erosion. *Dental Erosion*, 20, 119-39.
- Bartlett D, Coward P, 2001. Comparison of the erosive potential of gastric juice and a carbonated drink in vitro. *Journal of Oral Rehabilitation*, 28, 11, 1045-7.
- Bartlett D, Evans D, Anggiansah A, Smith B, 1996. A study of the association between gastro-oesophageal reflux and palatal dental erosion. *British dental journal*, 181, 4, 125-31.
- Bartlett D, Smith BG, 2000. Definition, classification and clinical assessment of attrition, erosion and abrasion of enamel and dentine. *Tooth Wear and Sensitivity*. London, Martin Dunitz, 87-92.
- Bartlett DW, Fares J, Shirodaria S, Chiu K, Ahmad N, Sherriff M, 2011. The association of tooth wear, diet and dietary habits in adults aged 18-30 years old. *J Dent*, 39, 12, 811-6.
- Basting RT, Rodrigues AL, Jr., Serra MC, 2003. The effects of seven carbamide peroxide bleaching agents on enamel microhardness over time. *J Am Dent Assoc*, 134, 10, 1335-42.
- Bayarı SH, Krafft C, İde S, Popp J, Guven G, Cehreli ZC, Soylu EH, 2012. Investigation of adhesive–dentin interfaces using Raman microspectroscopy and small angle X-ray scattering. *Journal of Raman Spectroscopy*, 43, 1, 6-15.
- Bayarı SH, Özdemir K, Sen EH, Araujo-Andrade C, Erdal YS, 2020. Application of ATR-FTIR spectroscopy and chemometrics for the discrimination of human bone remains from different archaeological sites in Turkey. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc*, 237, 118311.
- Bayly J, Kartha V, Stevens W, 1963. The absorption spectra of liquid phase H<sub>2</sub>O, HDO and D<sub>2</sub>O from 0·7 μm to 10 μm. *Infrared Physics*, 3, 4, 211-22.
- Benjasuwantep P, Rirattanapong P, Vongsavan K, 2017. The remineralization effect of bioactive glass on enamel caries-like lesions in primary teeth. *Southeast Asian J. Trop. Med*, 48, 1127-32.
- Beyer M, Reichert J, Bossert J, Sigusch BW, Watts DC, Jandt KD, 2011. Acids with an equivalent taste lead to different erosion of human dental enamel. *Dental Materials*, 27, 10, 1017-23.

- Beyer M, Reichert J, Sigusch BW, Watts DC, Jandt KD, 2012. Morphology and structure of polymer layers protecting dental enamel against erosion. *Dent Mater*, 28, 10, 1089-97.
- Bhatti SA, Walsh TF, Douglas CW, 1994. Ethanol and pH levels of proprietary mouthrinses. *Community Dent Health*, 11, 2, 71-4.
- Blazer T, Latzer Y, Nagler R, 2008. Salivary and gustatory alterations among bulimia nervosa patients. *European journal of clinical nutrition*, 62, 7, 916-22.
- Borges AB, Scaramucci T, Lippert F, Zero DT, Hara AT, 2014. Erosion protection by calcium lactate/sodium fluoride rinses under different salivary flows in vitro. *Caries Res*, 48, 3, 193-9.
- Braga SRM, De Faria DLa, De Oliveira E, Sobral MAP, 2011. Morphological and mineral analysis of dental enamel after erosive challenge in gastric juice and orange juice. *Microscopy Research and Technique*, 74, 12, 1083-7.
- Brand H, Gambon D, Paap A, Bulthuis M, Veerman E, Amerongen AN, 2009. The erosive potential of lollipops. *International dental journal*, 59, 6, 358-62.
- Brand H, Gambon D, Van Dop L, Van Liere L, Veerman E, 2010. The erosive potential of jawbreakers, a type of hard candy. *International journal of dental hygiene*, 8, 4, 308-12.
- Brand HS, Gambon DL, Van Dop LF, Van Liere LE, Veerman EC, 2010. The erosive potential of jawbreakers, a type of hard candy. *Int J Dent Hyg*, 8, 4, 308-12.
- Brauer DS, Karpukhina N, O'Donnell MD, Law RV, Hill RG, 2010. Fluoride-containing bioactive glasses: effect of glass design and structure on degradation, pH and apatite formation in simulated body fluid. *Acta Biomater*, 6, 8, 3275-82.
- Brauer DS, Karpukhina N, O'Donnell MD, Law RV, Hill RG, 2010. Fluoride-containing bioactive glasses: effect of glass design and structure on degradation, pH and apatite formation in simulated body fluid. *Acta Biomaterialia*, 6, 8, 3275-82.
- Bretz WA, 2002. Oral profiles of bulimic women: Diagnosis and management. What is the evidence? *Journal of Evidence Based Dental Practice*, 2, 4, 267-72.
- Burwell A, Litkowski L, Greenspan D, 2009. Calcium sodium phosphosilicate (NovaMin®): remineralization potential. *Advances in Dental Research*, 21, 1, 35-9.
- Burwell AK, Litkowski LJ, Greenspan DC, 2009. Calcium sodium phosphosilicate (NovaMin): remineralization potential. *Adv Dent Res*, 21, 1, 35-9.
- Buzalaf MAR, Kato MT, Hannas AR, 2012. The role of matrix metalloproteinases in dental erosion. *Advances in dental research*, 24, 2, 72-6.
- Buzalaf MAR, Magalhães AC, Wiegand A, 2014. Alternatives to fluoride in the prevention and treatment of dental erosion. *Erosive Tooth Wear*, 25, 244-52.
- Carey CM, 2014. Focus on fluorides: update on the use of fluoride for the prevention of dental caries. *Journal of Evidence Based Dental Practice*, 14, 95-102.
- Centerwall BS, Armstrong CW, Funkhouser LS, Elzay RP, 1986. Erosion of dental enamel among competitive swimmers at a gas-chlorinated swimming pool. *Am J Epidemiol*, 123, 4, 641-7.
- Chaudhry SI, Harris JL, Challacombe SJ, 1997. Dental erosion in a wine merchant: an occupational hazard? *Br Dent J*, 182, 6, 226-8.

- Chersoni S, Bertacci A, Pashley DH, Tay FR, Montebugnoli L, Prati C, 2011. In vivo effects of fluoride on enamel permeability. *Clin Oral Investig*, 15, 4, 443-9.
- Chial HJ, Camilleri M, Williams DE, Litzinger K, Perrault J, 2003. Rumination syndrome in children and adolescents: diagnosis, treatment, and prognosis. *Pediatrics*, 111, 1, 158-62.
- Chikte UM, Josie-Perez AM, Cohen TL, 1998. A rapid epidemiological assessment of dental erosion to assist in settling an industrial dispute. *J Dent Assoc S Afr*, 53, 1, 7-12.
- Chikte UM, Naidoo S, Kolze TJ, Grobler SR, 2005. Patterns of tooth surface loss among winemakers. *SADJ*, 60, 9, 370-4.
- Cochrane N, Cai F, Yuan Y, Reynolds E, 2009. Erosive potential of beverages sold in Australian schools. *Australian dental journal*, 54, 3, 238-44.
- Cochrane NJ, Cai F, Huq NL, Burrow MF, Reynolds EC, 2010. New approaches to enhanced remineralization of tooth enamel. *J Dent Res*, 89, 11, 1187-97.
- Cochrane NJ, Reynolds EC, 2012. Calcium phosphopeptides -- mechanisms of action and evidence for clinical efficacy. *Adv Dent Res*, 24, 2, 41-7.
- Corrêa NP, 2011. Nahás Pires Corrêa F, Nahás Pires Corrêa JP, Murakami C, Mendes FM. Prevalence and associated factors of dental erosion in children and adolescents of a private dental practice. *Int J Paediatr Dent*, 21, 6, 451-8.
- Cross KJ, Huq NL, Palamara JE, Perich JW, Reynolds EC, 2005. Physicochemical characterization of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate nanocomplexes. *J Biol Chem*, 280, 15, 15362-9.
- Cutress T, 1972. The inorganic composition and solubility of dental enamel from several specified population groups. *Archives of oral biology*, 17, 1, 93-109.
- Dahm S, Risnes S, 1999. A comparative infrared spectroscopic study of hydroxide and carbonate absorption bands in spectra of shark enameloid, shark dentin, and a geological apatite. *Calcified Tissue International*, 65, 6, 459-65.
- Dahshan A, Patel H, Delaney J, Wuerth A, Thomas R, Tolia V, 2002. Gastroesophageal reflux disease and dental erosion in children. *The Journal of pediatrics*, 140, 4, 474-8.
- Davis W, PJ W, 1980. The effect of abrasion on enamel and dentine after exposure to dietary acid.
- de-Melo MA, Passos VF, Alves JJ, Barros EB, Santiago SL, Rodrigues LK, 2011. The effect of diode laser irradiation on dentin as a preventive measure against dental erosion: an in vitro study. *Lasers Med Sci*, 26, 5, 615-21.
- de Moura MS, de Melo Simplício AH, Cury JA, 2006. In-vivo effects of fluoridated antiplaque dentifrice and bonding material on enamel demineralization adjacent to orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 130, 3, 357-63.
- Delaney CB, Eddy KT, Hartmann AS, Becker AE, Murray HB, Thomas JJ, 2015. Pica and rumination behavior among individuals seeking treatment for eating disorders or obesity. *International Journal of Eating Disorders*, 48, 2, 238-48.
- DenBesten P, Li W, 2011. Chronic fluoride toxicity: dental fluorosis. *Monogr Oral Sci*, 22, 81-96.
- Derise NL, Ritchey SJ, Furr AK, 1974. Mineral composition of normal human enamel and dentin and the relation of composition to dental caries. I. Macrominerals and comparison of methods of analyses. *J Dent Res*, 53, 4, 847-52.

- DeWald JP, 1997. The use of extracted teeth for in vitro bonding studies: a review of infection control considerations. *Dent Mater*, 13, 2, 74-81.
- Di Fede O, Di Liberto C, Occhipinti G, Vigneri S, Lo Russo L, Fedele S, Lo Muzio L, Campisi G, 2008. Oral manifestations in patients with gastro-oesophageal reflux disease: a single-center case-control study. *Journal of oral pathology & medicine*, 37, 6, 336-40.
- Diez C, Rojo MÁ, Martín-Gil J, Martín-Ramos P, Garrosa M, Córdoba-Díaz D, 2021. Infrared Spectroscopic Analysis of the Inorganic Components from Teeth Exposed to Psychotherapeutic Drugs. *Minerals*, 12, 1, 28.
- Dodds MW, Chidichimo D, Haas MS, 2012. Delivery of active agents from chewing gum for improved remineralization. *Adv Dent Res*, 24, 2, 58-62.
- Dowker S, Elliott J, 1983. Infrared study of the formation, loss, and location of cyanate and cyanamide in thermally treated apatites. *Journal of Solid State Chemistry France*, 49, 3, 334-40.
- Drewnowski A, Rehm CD, Constant F, 2013. Water and beverage consumption among adults in the United States: cross-sectional study using data from NHANES 2005-2010. *BMC public health*, 13, 1, 1-9.
- Dugmore C, Rock W, 2004. A multifactorial analysis of factors associated with dental erosion. *British dental journal*, 196, 5, 283-6.
- Dugmore CR, Rock WP, 2004. The prevalence of tooth erosion in 12-year-old children. *Br Dent J*, 196, 5, 279-82; discussion 3.
- Dunlap M, Adaskaveg J, 1997. Introduction to the scanning electron microscope. Theory, practice, & procedures. Facility for Advance Instrumentation. UC Davis, 52.
- Durmuş E, Celik I, Ozturk A, Ozkan Y, Aydin M, 2003. Evaluation of the potential beneficial effects of ostrich eggshell combined with eggshell membranes in healing of cranial defects in rabbits. *Journal of international medical research*, 31, 3, 223-30.
- Dynesen AW, Bardow A, Petersson B, Nielsen LR, Nauntofte B, 2008. Salivary changes and dental erosion in bulimia nervosa. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 106, 5, 696-707.
- Dynesen AW, Bardow A, Petersson B, Nielsen LR, Nauntofte B, 2008. Salivary changes and dental erosion in bulimia nervosa. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 106, 5, 696-707.
- Edeer D, 2010. Occupational dental erosion.
- Eisenburger M, Addy M, Hughes JA, Shellis RP, 2001. Effect of time on the remineralisation of enamel by synthetic saliva after citric acid erosion. *Caries Res*, 35, 3, 211-5.
- El Aidi H, Bronkhorst EM, Huysmans MC, Truin GJ, 2011. Multifactorial analysis of factors associated with the incidence and progression of erosive tooth wear. *Caries Res*, 45, 3, 303-12.
- Elliott J, Holcomb D, Young R, 1985. Infrared determination of the degree of substitution of hydroxyl by carbonate ions in human dental enamel. *Calcified tissue international*, 37, 4, 372-5.
- Elsbury W, 1952. Hydrogen-ion concentration and acid erosion of the teeth. *Br Dent J*, 93, 7, 177-9.

- Elton V, Cooper L, Higham SM, Pender N, 2009. Validation of enamel erosion in vitro. *Journal of Dentistry*, 37, 5, 336-41.
- Emerson W, Fischer E, 1962. The infra-red absorption spectra of carbonate in calcified tissues. *Archives of Oral Biology*, 7, 6, 671-83.
- Engle K, Hara AT, Matis B, Eckert GJ, Zero DT, 2010. Erosion and abrasion of enamel and dentin associated with at-home bleaching: an in vitro study. *J Am Dent Assoc*, 141, 5, 546-51.
- Fairburn CG, Harrison PJ, 2003. Eating disorders. *Lancet*, 361, 9355, 407-16.
- Farooq I, Ali S, Farooqi FA, AlHumaid J, Binhasan M, Shabib S, Vohra F, Abduljabbar T, 2021. Enamel Remineralization Competence of a Novel Fluoride-Incorporated Bioactive Glass Toothpaste-A Surface Micro-Hardness, Profilometric, and Micro-Computed Tomographic Analysis. *Tomography*, 7, 4, 752-66.
- Featherstone J, Lussi A, 2006. Understanding the chemistry of dental erosion. In: *Dental erosion*. Eds: Karger Publishers, p. 66-76.
- Featherstone J, Rodgers B, 1981. Effect of acetic, lactic and other organic acids on the formation of artificial carious lesions. *Caries research*, 15, 5, 377-85.
- Featherstone J, Ten Cate J, Shariati M, Arends J, 1983. Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries research*, 17, 5, 385-91.
- Featherstone JD, Glana R, Shariati M, Shields CP, 1990. Dependence of in vitro demineralization of apatite and remineralization of dental enamel on fluoride concentration. *J Dent Res*, 69 Spec No, 620-5; discussion 34-6.
- Featherstone JD, Mayer I, Driessens FC, Verbeeck RM, Heijligers HJ, 1983. Synthetic apatites containing Na, Mg, and CO<sub>3</sub> and their comparison with tooth enamel mineral. *Calcif Tissue Int*, 35, 2, 169-71.
- Featherstone JD, ten Cate JM, Shariati M, Arends J, 1983. Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries Res*, 17, 5, 385-91.
- Ferguson MM, Dunbar RJ, Smith JA, Wall JG, 1996. Enamel erosion related to winemaking. *Occup Med (Lond)*, 46, 2, 159-62.
- Ferrazzano GF, Coda M, Cantile T, Sangianantoni G, Ingenito A, 2012. SEM investigation on casein phosphopeptides capability in contrasting cola drinks enamel erosion: an in vitro preliminary study. *Eur J Paediatr Dent*, 13, 4, 285-8.
- Filipi K, Halackova Z, Filipi V, 2011. Oral health status, salivary factors and microbial analysis in patients with active gastro-oesophageal reflux disease. *Int Dent J*, 61, 4, 231-7.
- Forsback AP, Areva S, Salonen J, 2004. Mineralization of dentin induced by treatment with bioactive glass S53P4 in vitro. *Acta Odontologica Scandinavica*, 62, 1, 14-20.
- Fowler B, 1974. Infrared studies of apatites. I. Vibrational assignments for calcium, strontium, and barium hydroxyapatites utilizing isotopic substitution. *Inorganic chemistry*, 13, 1, 194-207.
- Gadsby R, Barnie-Adshead AM, Jagger C, 1993. A prospective study of nausea and vomiting during pregnancy. *British Journal of General Practice*, 43, 371, 245-8.
- Gal JY, Fovet Y, Adib-Yadzi M, 2001. About a synthetic saliva for in vitro studies. *Talanta*, 53, 6, 1103-15.



- Gambon DL, Brand HS, Nieuw Amerongen AV, 2009. The erosive potential of candy sprays. *Br Dent J*, 206, 10, E20; discussion 530-1.
- Gandara BK, Truelove EL, 1999. Diagnosis and management of dental erosion. *J Contemp Dent Pract*, 1, 1, 16-23.
- Ganss C, Klimek J, Giese K, 2001. Dental erosion in children and adolescents--a cross-sectional and longitudinal investigation using study models. *Community Dent Oral Epidemiol*, 29, 4, 264-71.
- Ganss C, Klimek J, Starck C, 2004. Quantitative analysis of the impact of the organic matrix on the fluoride effect on erosion progression in human dentine using longitudinal microradiography. *Arch Oral Biol*, 49, 11, 931-5.
- Ganss C, Lussi A, Schlueter N, 2012. Dental erosion as oral disease. Insights in etiological factors and pathomechanisms, and current strategies for prevention and therapy. *Am J Dent*, 25, 6, 351-64.
- Ganss C, Schlechtriemen M, Klimek J, 1999. Dental erosions in subjects living on a raw food diet. *Caries Research*, 33, 1, 74-80.
- Ganss C, Schlueter N, Friedrich D, Klimek J, 2007. Efficacy of waiting periods and topical fluoride treatment on toothbrush abrasion of eroded enamel in situ. *Caries Research*, 41, 2, 146-51.
- Ganss C, Schlueter N, Hardt M, Schattenberg P, Klimek J, 2008. Effect of fluoride compounds on enamel erosion in vitro: a comparison of amine, sodium and stannous fluoride. *Caries Res*, 42, 1, 2-7.
- Ganss C, Schlueter N, Hardt M, Von Hinckeldey J, Klimek J, 2007. Effects of toothbrushing on eroded dentine. *European journal of oral sciences*, 115, 5, 390-6.
- Ganss C, Schlueter N, Hardt M, von Hinckeldey J, Klimek J, 2007. Effects of toothbrushing on eroded dentine. *Eur J Oral Sci*, 115, 5, 390-6.
- Ganss C, Schlueter N, Klimek J, 2007. Retention of KOH-soluble fluoride on enamel and dentine under erosive conditions--A comparison of in vitro and in situ results. *Arch Oral Biol*, 52, 1, 9-14.
- Ganss C, Schulze K, Schlueter N, 2013. Toothpaste and erosion. *Monogr Oral Sci*, 23, 88-99.
- Gao X, Lo ECM, Kot SCC, Chan KCW, 2014. Motivational interviewing in improving oral health: a systematic review of randomized controlled trials. *Journal of periodontology*, 85, 3, 426-37.
- Gautron J, Bain M, Solomon S, Nys Y, 1996. Soluble matrix of hen's eggshell extracts changes in vitro the rate of calcium carbonate precipitation and crystal morphology. *British Poultry Science*, 37, 4, 853-66.
- Giunta JL, 1983. Dental erosion resulting from chewable vitamin C tablets. *J Am Dent Assoc*, 107, 2, 253-6.
- Golpayegani MV, Sohrabi A, Biria M, Ansari G, 2012. Remineralization effect of topical NovaMin versus sodium fluoride (1.1%) on caries-like lesions in permanent teeth. *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*, 9, 1, 68.
- Gomes RNS, Bhattacharjee TT, Carvalho L, Soares LES, 2017. Fast monitoring of tooth erosion caused by medicaments used in the treatment of respiratory diseases by ATR-FTIR and  $\mu$ -EDXRF analysis. *Lasers Med Sci*, 32, 9, 2063-72.

- Gomes RNS, Bhattacharjee TT, Carvalho L, Soares LES, 2018. ATR-FTIR spectroscopy and  $\mu$ -EDXRF spectrometry monitoring of enamel erosion caused by medicaments used in the treatment of respiratory diseases. *Microsc. Res. Tech.*, 81, 2, 220-7.
- González-Cabezas C, Hara AT, Hefferren J, Lippert F, 2013. Abrasivity testing of dentifrices-challenges and current state of the art. *Toothpastes*, 23, 100-7.
- Grace EG, Sarlani E, Kaplan S, 2004. Tooth erosion caused by chewing aspirin. *J Am Dent Assoc*, 135, 7, 911-4.
- Gray A, Ferguson MM, Wall JG, 1998. Wine tasting and dental erosion. Case report. *Aust Dent J*, 43, 1, 32-4.
- Gray J, 1966. Kinetics of enamel dissolution during formation of incipient caries-like lesions. *Archives of Oral Biology*, 11, 4, 397-IN7.
- Gregg T, Mace S, West NX, Addy M, 2004. A study in vitro of the abrasive effect of the tongue on enamel and dentine softened by acid erosion. *Caries Res*, 38, 6, 557-60.
- Grenby TH, 1996. Lessening dental erosive potential by product modification. *Eur J Oral Sci*, 104, 2 ( Pt 2), 221-8.
- Grunenwald A, Keyser C, Sautereau A-M, Crubézy E, Ludes B, Drouet C, 2014. Revisiting carbonate quantification in apatite (bio) minerals: a validated FTIR methodology. *Journal of Archaeological Science*, 49, 134-41.
- Haghgoo R, Mehran M, Ahmadvand M, Ahmadvand MJ, 2016. Remineralization effect of eggshell versus nano-hydroxyapatite on caries-like lesions in permanent teeth (in vitro). *Journal of International Oral Health*, 8, 4, 435.
- Hamasha AA, Zawaideh FI, Al-Hadithy RT, 2014. Risk indicators associated with dental erosion among Jordanian school children aged 12-14 years of age. *Int J Paediatr Dent*, 24, 1, 56-68.
- Hamasha AAH, Zawaideh FI, Al-Hadithy RT, 2014. Risk indicators associated with dental erosion among Jordanian school children aged 12–14 years of age. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 24, 1, 56-68.
- Hannig M, 1999. Ultrastructural investigation of pellicle morphogenesis at two different intraoral sites during a 24-h period. *Clin Oral Investig*, 3, 2, 88-95.
- Hannig M, Fiebiger M, Güntzer M, Döbert A, Zimehl R, Nekrashevych Y, 2004. Protective effect of the in situ formed short-term salivary pellicle. *Arch Oral Biol*, 49, 11, 903-10.
- Hara AT, Ando M, González-Cabezas C, Cury JA, Serra MC, Zero DT, 2006. Protective effect of the dental pellicle against erosive challenges in situ. *J Dent Res*, 85, 7, 612-6.
- Hara AT, Lippert F, Zero DT, 2013. Interplay between experimental dental pellicles and stannous-containing toothpaste on dental erosion-abrasion. *Caries Res*, 47, 4, 325-9.
- Hara AT, Turssi CP, Teixeira EC, Serra MC, Cury JA, 2003. Abrasive wear on eroded root dentine after different periods of exposure to saliva in situ. *Eur J Oral Sci*, 111, 5, 423-7.
- Hara AT, Zero DT, 2008. Analysis of the erosive potential of calcium-containing acidic beverages. *Eur J Oral Sci*, 116, 1, 60-5.

- Harding MA, Whelton H, O'Mullane DM, Cronin M, 2003. Dental erosion in 5-year-old Irish school children and associated factors: a pilot study. *Community Dent Health*, 20, 3, 165-70.
- Hays GL, Bullock Q, Lazzari EP, Puente ES, 1992. Salivary pH while dissolving vitamin C-containing tablets. *Am J Dent*, 5, 5, 269-71.
- Heilman JR, Kiritsy MC, Levy SM, WEFEL JS, 1999. Assessing fluoride levels of carbonated soft drinks. *The Journal of the American Dental Association*, 130, 11, 1593-9.
- Hellström I, 1977. Oral complications in anorexia nervosa. *Scand J Dent Res*, 85, 1, 71-86.
- Hellwig E, Lussi A, 2006. Oral hygiene products and acidic medicines. *Monogr Oral Sci*, 20, 112-8.
- Hemingway CA, Parker DM, Addy M, Barbour ME, 2006. Erosion of enamel by non-carbonated soft drinks with and without toothbrushing abrasion. *Br Dent J*, 201, 7, 447-50; discussion 39; quiz 66.
- Hemingway CA, Shellis RP, Parker DM, Addy M, Barbour ME, 2008. Inhibition of hydroxyapatite dissolution by ovalbumin as a function of pH, calcium concentration, protein concentration and acid type. *Caries Res*, 42, 5, 348-53.
- Hench L, Paschall HA, Allen WC, Pistrowski G, 1973. An Investigation of Bonding Mechanisms at the Interface of a Prosthetic Material: Report No. 4, University of Florida, p.
- Hench LL, 1993. An introduction to bioceramics, World scientific, p.
- Hench LL, 2006. The story of Bioglass. *J Mater Sci Mater Med*, 17, 11, 967-78.
- Hermont AP, Oliveira PA, Martins CC, Paiva SM, Pordeus IA, Auad SM, 2014. Tooth erosion and eating disorders: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 9, 11, e111123.
- Hicks J, Garcia-Godoy F, Flaitz C, 2004. Biological factors in dental caries: role of remineralization and fluoride in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 3). *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 28, 3, 203-14.
- Hoek HW, van Hoeken D, 2003. Review of the prevalence and incidence of eating disorders. *Int J Eat Disord*, 34, 4, 383-96.
- Holager J, 1970. Thermogravimetric examination of enamel and dentin. *Journal of Dental Research*, 49, 3, 546-8.
- Holbrook W, Furuholm J, Gudmundsson K, Theodors A, Meurman JH, 2009. Gastric reflux is a significant causative factor of tooth erosion. *Journal of dental research*, 88, 5, 422-6.
- Hove L, Holme B, Øgaard B, Willumsen T, Tveit AB, 2006. The protective effect of TiF<sub>4</sub>, SnF<sub>2</sub> and NaF on erosion of enamel by hydrochloric acid in vitro measured by white light interferometry. *Caries Res*, 40, 5, 440-3.
- Huang S, Gao S, Yu H, 2009. Effect of nano-hydroxyapatite concentration on remineralization of initial enamel lesion in vitro. *Biomedical materials*, 4, 3, 034104.
- Hughes JA, West NX, Addy M, 2004. The protective effect of fluoride treatments against enamel erosion in vitro. *J Oral Rehabil*, 31, 4, 357-63.
- Hughes JA, West NX, Parker DM, Newcombe RG, Addy M, 1999. Development and evaluation of a low erosive blackcurrant juice drink in vitro and in situ. 1. Comparison with orange juice. *J Dent*, 27, 4, 285-9.

- Hughes JA, West NX, Parker DM, Newcombe RG, Addy M, 1999. Development and evaluation of a low erosive blackcurrant juice drink. 3. Final drink and concentrate, formulae comparisons in situ and overview of the concept. *J Dent*, 27, 5, 345-50.
- Hurst P, Lacey L, Crisp A, 1977. Teeth, vomiting and diet: a study of the dental characteristics of seventeen anorexia nervosa patients. *Postgraduate Medical Journal*, 53, 620, 298-305.
- Hurst PS, Lacey LH, Crisp AH, 1977. Teeth, vomiting and diet: a study of the dental characteristics of seventeen anorexia nervosa patients. *Postgrad Med J*, 53, 620, 298-305.
- Huysmans M, Chew H, Ellwood R, 2011. Clinical studies of dental erosion and erosive wear. *Caries research*, 45, Suppl. 1, 60-8.
- Huysmans MC, Young A, Ganss C, 2014. The role of fluoride in erosion therapy. *Monogr Oral Sci*, 25, 230-43.
- Imfeld T, 1996. Prevention of progression of dental erosion by professional and individual prophylactic measures. *Eur J Oral Sci*, 104, 2 ( Pt 2), 215-20.
- Ireland A, McGuinness N, Sherriff M, 1995. An investigation into the ability of soft drinks to adhere to enamel. *Caries Research*, 29, 6, 470-6.
- Jaeggi T, Lussi A, 1999. Toothbrush abrasion of erosively altered enamel after intraoral exposure to saliva: an in situ study. *Caries Research*, 33, 6, 455-61.
- James PM, Parfitt GJ, 1953. Local effects of certain medicaments on the teeth. *Br Med J*, 2, 4848, 1252-3.
- Järvinen V, Meurman J, Hyvärinen H, Rytömaa I, Murtomaa H, 1988. Dental erosion and upper gastrointestinal disorders. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*, 65, 3, 298-303.
- Jarvinen V, Rytomaa I, Heinonen O, 1991. Risk factors in dental erosion. *Journal of dental research*, 70, 6, 942-7.
- Järvinen VK, Rytömaa, II, Heinonen OP, 1991. Risk factors in dental erosion. *J Dent Res*, 70, 6, 942-7.
- Jensdottir T, Arnadottir I, Thorsdottir I, Bardow A, Gudmundsson K, Theodors A, Holbrook W, 2004. Relationship between dental erosion, soft drink consumption, and gastroesophageal reflux among Icelanders. *Clinical Oral Investigations*, 8, 2, 91-6.
- Jensdottir T, Arnadottir IB, Thorsdottir I, Bardow A, Gudmundsson K, Theodors A, Holbrook WP, 2004. Relationship between dental erosion, soft drink consumption, and gastroesophageal reflux among Icelanders. *Clin Oral Investig*, 8, 2, 91-6.
- Jensdottir T, Bardow A, Holbrook P, 2005. Properties and modification of soft drinks in relation to their erosive potential in vitro. *Journal of dentistry*, 33, 7, 569-75.
- Jensdottir T, Bardow A, Holbrook P, 2005. Properties and modification of soft drinks in relation to their erosive potential in vitro. *J Dent*, 33, 7, 569-75.
- Jensdottir T, Nauntofte B, Buchwald C, Bardow A, 2007. Effects of calcium on the erosive potential of acidic candies in saliva. *Caries Res*, 41, 1, 68-73.
- Jensdottir T, Nauntofte B, Buchwald C, Hansen HS, Bardow A, 2006. Effects of sucking acidic candies on saliva in unilaterally irradiated pharyngeal cancer patients. *Oral Oncol*, 42, 3, 317-22.

- Johansson A-K, Omar R, Carlsson GE, Johansson A, 2012. Dental erosion and its growing importance in clinical practice: from past to present. *International journal of dentistry*, 2012.
- Johansson AK, Johansson A, Stan V, Ohlson CG, 2005. Silicone sealers, acetic acid vapours and dental erosion: a work-related risk? *Swed Dent J*, 29, 2, 61-9.
- Johansson AK, Lingström P, Birkhed D, 2002. Comparison of factors potentially related to the occurrence of dental erosion in high- and low-erosion groups. *Eur J Oral Sci*, 110, 3, 204-11.
- Johansson AK, Lingström P, Imfeld T, Birkhed D, 2004. Influence of drinking method on tooth-surface pH in relation to dental erosion. *Eur J Oral Sci*, 112, 6, 484-9.
- Johansson AK, Norring C, Unell L, Johansson A, 2012. Eating disorders and oral health: a matched case-control study. *European journal of oral sciences*, 120, 1, 61-8.
- Jones L, Lekkas D, Hunt D, McIntyre J, Rafir W, 2002. Studies on dental erosion: An in vivo-in vitro model of endogenous dental erosion--its application to testing protection by fluoride gel application. *Aust Dent J*, 47, 4, 304-8.
- Joshi M, Joshi N, Kathariya R, Angadi P, Raikar S, 2016. Techniques to evaluate dental erosion: a systematic review of literature. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 10, 10, ZE01.
- Juntavee A, Juntavee N, Hirunmoon P, 2021. Remineralization Potential of Nanohydroxyapatite Toothpaste Compared with Tricalcium Phosphate and Fluoride Toothpaste on Artificial Carious Lesions. *Int J Dent*, 2021, 5588832.
- Kahrilas P, 2008. Clinical practice. Gastroesophageal reflux disease. *N Engl J Med*, 359, 16, 1700-1707.
- Kaidonis J, 2012. Oral diagnosis and treatment planning: part 4. Non-carious tooth surface loss and assessment of risk. *British dental journal*, 213, 4, 155-61.
- Kaidonis JA, 2008. Tooth wear: the view of the anthropologist. *Clinical oral investigations*, 12, 1, 21-6.
- Kaltenbach T, Crockett S, Gerson LB, 2006. Are lifestyle measures effective in patients with gastroesophageal reflux disease?: an evidence-based approach. *Archives of internal medicine*, 166, 9, 965-71.
- Kapila YL, Kashani H, 1997. Cocaine-associated rapid gingival recession and dental erosion. A case report. *J Periodontol*, 68, 5, 485-8.
- Karlinsey RL, Mackey AC, Walker ER, Frederick KE, 2010. Preparation, characterization and in vitro efficacy of an acid-modified beta-TCP material for dental hard-tissue remineralization. *Acta Biomater*, 6, 3, 969-78.
- Karlinsey RL, Pfarrer AM, 2012. Fluoride plus functionalized  $\beta$ -TCP: a promising combination for robust remineralization. *Adv Dent Res*, 24, 2, 48-52.
- Kato MT, Magalhães AC, Rios D, Hannas AR, Attin T, Buzalaf MAR, 2009. Protective effect of green tea on dentin erosion and abrasion. *Journal of Applied Oral Science*, 17, 560-4.
- Kielbassa AM, Shohadai SP, Schulte-Mönting J, 2001. Effect of saliva substitutes on mineral content of demineralized and sound dental enamel. *Support Care Cancer*, 9, 1, 40-7.

- Kim HJ, Mo SY, Kim DS, 2021. Effect of Bioactive Glass-Containing Light-Curing Varnish on Enamel Remineralization. *Materials (Basel)*, 14, 13.
- Kim IH, Son JS, Min BK, Kim YK, Kim KH, Kwon TY, 2016. A simple, sensitive and non-destructive technique for characterizing bovine dental enamel erosion: attenuated total reflection Fourier transform infrared spectroscopy. *Int J Oral Sci*, 8, 1, 54-60.
- Koutsopoulos S, 2002. Synthesis and characterization of hydroxyapatite crystals: a review study on the analytical methods. *Journal of Biomedical Materials Research: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 62, 4, 600-12.
- Krompecher I, 1959. Antirachitic and anti-anemic effects of eggshell. *Gyermekgyogyaszat: az Orvosegyszegügyi Szakszervezet Gyermekorvos Szakcsoportjának folyoirata= Peditriia*, 10, 2, 42-50.
- Künzel W, Cruz MS, Fischer T, 2000. Dental erosion in Cuban children associated with excessive consumption of oranges. *Eur J Oral Sci*, 108, 2, 104-9.
- Larsen M, Nyvad B, 1999. Enamel erosion by some soft drinks and orange juices relative to their pH, buffering effect and contents of calcium phosphate. *Caries research*, 33, 1, 81-7.
- Larsen M, Richards A, Fejerskov O, 1985. Development of dental fluorosis according to age at start of fluoride administration. *Caries Research*, 19, 6, 519-27.
- Larsen MJ, 2001. Prevention by means of fluoride of enamel erosion as caused by soft drinks and orange juice. *Caries Res*, 35, 3, 229-34.
- Larsen MJ, Nyvad B, 1999. Enamel erosion by some soft drinks and orange juices relative to their pH, buffering effect and contents of calcium phosphate. *Caries Res*, 33, 1, 81-7.
- Larsen MJ, Richards A, 2002. Fluoride is unable to reduce dental erosion from soft drinks. *Caries Res*, 36, 1, 75-80.
- Lavelin I, Meiri N, Pines M, 2000. New insight in eggshell formation. *Poult Sci*, 79, 7, 1014-7.
- Lee H, Rhee PL, Park EH, Kim JH, Son HJ, Kim JJ, Rhee JC, 2007. Clinical outcome of rumination syndrome in adults without psychiatric illness: a prospective study. *Journal of gastroenterology and hepatology*, 22, 11, 1741-7.
- Lee YY, McColl KE, 2013. Pathophysiology of gastroesophageal reflux disease. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 27, 3, 339-51.
- LeGeros RZ, 1991. Calcium phosphates in oral biology and medicine. *Monogr Oral Sci*, 15, 1-201.
- LeGeros RZ, Bonel G, Legros R, 1978. Types of "H<sub>2</sub>O" in human enamel and in precipitated apatites. *Calcif Tissue Res*, 26, 2, 111-8.
- LeGeros RZ, Bonel G, Legros R, 1978. Types of "H<sub>2</sub>O" in human enamel and in precipitated apatites. *Calcified Tissue Research*, 26, 1, 111-8.
- Lelli M, Putignano A, Marchetti M, Foltran I, Mangani F, Procaccini M, Roveri N, Orsini G, 2014. Remineralization and repair of enamel surface by biomimetic Zn-carbonate hydroxyapatite containing toothpaste: a comparative in vivo study. *Frontiers in physiology*, 5, 333.

- Lepri TP, Colucci V, Turssi CP, Corona SA, 2013. Permeability of eroded enamel following application of different fluoride gels and CO2 laser. *Lasers Med Sci*, 28, 1, 235-40.
- Li H, Zou Y, Ding G, 2012. Dietary factors associated with dental erosion: a meta-analysis. *PLoS One*, 7, 8, e42626.
- Lie T, 1977. Scanning and transmission electron microscope study of pellicle morphogenesis. *Scand J Dent Res*, 85, 4, 217-31.
- Linkosalo E, Markkanen H, 1985. Dental erosions in relation to lactovegetarian diet. *Scand J Dent Res*, 93, 5, 436-41.
- Little JW, 2002. Eating disorders: dental implications. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 93, 2, 138-43.
- Lu H, Zhao Q, Guo J, Zeng B, Yu X, Yu D, Zhao W, 2019. Direct radiation-induced effects on dental hard tissue. *Radiat Oncol*, 14, 1, 5.
- Lucey S, Lynch CD, Ray NJ, Burke FM, Hannigan A, 2010. Effect of pre-heating on the viscosity and microhardness of a resin composite. *J Oral Rehabil*, 37, 4, 278-82.
- Lundahl B, Burke BL, 2009. The effectiveness and applicability of motivational interviewing: A practice-friendly review of four meta-analyses. *Journal of clinical psychology*, 65, 11, 1232-45.
- Lussi A, 2006. *Dental erosion: from diagnosis to therapy*, Karger Medical and Scientific Publishers, p.
- Lussi A, 2009. Dental erosion--novel remineralizing agents in prevention or repair. *Adv Dent Res*, 21, 1, 13-6.
- Lussi A, Jaeggi T, 2001. [The erosive potential of various oral care products compared to foodstuffs and beverages]. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 111, 3, 274-81.
- Lussi A, Jaeggi T, 2006. Chemical factors. *Dental Erosion*, 20, 77-87.
- Lussi A, Jaeggi T, 2008. *Erosion, Diagnosis and risk factors* Clin Oral Investig. Department of Preventive, Restorative and Pediatric Dentistry. School of Dental Medicine, University of Bern.
- Lussi A, Jaeggi T, Jaeggi-Schärer S, 1995. Prediction of the erosive potential of some beverages. *Caries Res*, 29, 5, 349-54.
- Lussi A, Jaeggi T, Zero D, 2004. The role of diet in the aetiology of dental erosion. *Caries Res*, 38 Suppl 1, 34-44.
- Lussi A, Jäggi T, Schärer S, 1993. The influence of different factors on in vitro enamel erosion. *Caries Res*, 27, 5, 387-93.
- Lussi A, Kohler N, Zero D, Schaffner M, Megert B, 2000. A comparison of the erosive potential of different beverages in primary and permanent teeth using an in vitro model. *European Journal of Oral Sciences*, 108, 2, 110-4.
- Lussi A, Megert B, Shellis RP, Wang X, 2012. Analysis of the erosive effect of different dietary substances and medications. *Br J Nutr*, 107, 2, 252-62.
- Lussi A, Megert B, Shellis RP, Wang X, 2012. Analysis of the erosive effect of different dietary substances and medications. *British journal of nutrition*, 107, 2, 252-62.
- Lussi A, Portmann P, Burhop B, 1998. Erosion on abraded dental hard tissues by acid lozenges: an in situ study. *Clinical oral investigations*, 1, 4, 191-4.

- Lussi A, Schaffner M, Hotz P, Suter P, 1991. Dental erosion in a population of Swiss adults. *Community Dent Oral Epidemiol*, 19, 5, 286-90.
- Lussi A, Schlueter N, Rakhmatullina E, Ganss C, 2011. Dental erosion--an overview with emphasis on chemical and histopathological aspects. *Caries Res*, 45 Suppl 1, 2-12.
- Lussi A, Schlüter N, Rakhmatullina E, Ganss C, 2011. Dental erosion--an overview with emphasis on chemical and histopathological aspects. *Caries research*, 45, Suppl. 1, 2-12.
- Macri DV, 2016. Implementing a minimally invasive approach.
- Magalhães AC, Moraes SM, Rios D, Buzalaf MA, 2009. Effect of ion supplementation of a commercial soft drink on tooth enamel erosion. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*, 26, 2, 152-6.
- Magalhães AC, Rios D, Moino AL, Wiegand A, Attin T, Buzalaf MA, 2008. Effect of different concentrations of fluoride in dentifrices on dentin erosion subjected or not to abrasion in situ/ex vivo. *Caries Res*, 42, 2, 112-6.
- Magalhães AC, Wiegand A, Rios D, Buzalaf MAR, Lussi A, 2011. Fluoride in dental erosion. *Monogr Oral Sci*, 22, 158-70.
- Magalhães AC, Wiegand A, Rios D, Hannas A, Attin T, Buzalaf MAR, 2009. Chlorhexidine and green tea extract reduce dentin erosion and abrasion in situ. *Journal of dentistry*, 37, 12, 994-8.
- Magalhães AC, Wiegand A, Rios D, Honório HM, Buzalaf MAR, 2009. Insights into preventive measures for dental erosion. *Journal of Applied Oral Science*, 17, 75-86.
- Maggio B, Guibert RG, Mason SC, Karwal R, Rees GD, Kelly S, Zero DT, 2010. Evaluation of mouthrinse and dentifrice regimens in an in situ erosion remineralisation model. *Journal of Dentistry*, 38, S37-S44.
- Maguire A, Baqir W, Nunn JH, 2007. Are sugars-free medicines more erosive than sugars-containing medicines? An in vitro study of paediatric medicines with prolonged oral clearance used regularly and long-term by children. *Int J Paediatr Dent*, 17, 4, 231-8.
- Manarte P, Manso MC, Souza D, Frias-Bulhosa J, Gago S, 2009. Dental erosion in alcoholic patients under addiction rehabilitation therapy. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 14, 8, e376-83.
- Mandel L, 2005. Dental erosion due to wine consumption. *J Am Dent Assoc*, 136, 1, 71-5.
- Manton DJ, Cai F, Yuan Y, Walker GD, Cochrane NJ, Reynolds C, Brearley-Messer LJ, Reynolds EC, 2010. Effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate added to acidic beverages on enamel erosion in vitro. *Aust Dent J*, 55, 3, 275-9.
- Maron FS, 1996. Enamel erosion resulting from hydrochloric acid tablets. *J Am Dent Assoc*, 127, 6, 781-4.
- Marsicano JA, de Moura-Grec PG, Bonato RC, de Carvalho Sales-Peres M, Sales-Peres A, de Carvalho Sales-Peres SH, 2013. Gastroesophageal reflux, dental erosion, and halitosis in epidemiological surveys: a systematic review. *European journal of gastroenterology & hepatology*, 25, 2, 135-41.
- McCracken M, O'Neal SJ, 2000. Dental erosion and aspirin headache powders: a clinical report. *J Prosthodont*, 9, 2, 95-8.



- McDerra EJ, Pollard MA, Curzon ME, 1998. The dental status of asthmatic British school children. *Pediatr Dent*, 20, 4, 281-7.
- McMullan D, 1995. Scanning electron microscopy 1928–1965. *Scanning*, 17, 3, 175-85.
- McNally LM, Barbour ME, O'Sullivan DJ, Jagger DC, 2006. An in vitro investigation of the effect of some analgesics on human enamel. *J Oral Rehabil*, 33, 7, 529-32.
- Mellberg JR, Ripa LW. Fluoride in preventive dentistry : theory and clinical applications.
- Meurman JH, Sorvari R, Peltari A, Rytömaa I, Franssila S, Kroon L, 1996. Hospital mouth-cleaning aids may cause dental erosion. *Spec Care Dentist*, 16, 6, 247-50.
- Meurman JH, ten Cate JM, 1996. Pathogenesis and modifying factors of dental erosion. *Eur J Oral Sci*, 104, 2 ( Pt 2), 199-206.
- Millward A, Shaw L, Harrington E, Smith A, 1997. Continuous monitoring of salivary flow rate and pH at the surface of the dentition following consumption of acidic beverages. *Caries research*, 31, 1, 44-9.
- Millward A, Shaw L, Harrington E, Smith AJ, 1997. Continuous monitoring of salivary flow rate and pH at the surface of the dentition following consumption of acidic beverages. *Caries Res*, 31, 1, 44-9.
- Milosevic A, Lennon M, Fear S, 1997. Risk factors associated with tooth wear in teenagers: a case control study. *Community dental health*, 14, 3, 143-7.
- Milosevic A, Young PJ, Lennon MA, 1994. The prevalence of tooth wear in 14-year-old school children in Liverpool. *Community Dent Health*, 11, 2, 83-6.
- Min JH, Kwon HK, Kim BI, 2011. The addition of nano-sized hydroxyapatite to a sports drink to inhibit dental erosion: in vitro study using bovine enamel. *J Dent*, 39, 9, 629-35.
- Min JH, Kwon HK, Kim BI, 2015. Prevention of dental erosion of a sports drink by nano-sized hydroxyapatite in situ study. *Int J Paediatr Dent*, 25, 1, 61-9.
- Mneimne M, Hill RG, Bushby AJ, Brauer DS, 2011. High phosphate content significantly increases apatite formation of fluoride-containing bioactive glasses. *Acta Biomaterialia*, 7, 4, 1827-34.
- Mneimne M, Hill RG, Bushby AJ, Brauer DS, 2011. High phosphate content significantly increases apatite formation of fluoride-containing bioactive glasses. *Acta Biomater*, 7, 4, 1827-34.
- Moazzez R, Bartlett D, 2014. Intrinsic causes of erosion. *Erosive tooth wear*, 25, 180-96.
- Mohamed MA, Jaafar J, Ismail A, Othman M, Rahman M, 2017. Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy. In: *Membrane characterization*. Eds: Elsevier, p. 3-29.
- Mok TB, McIntyre J, Hunt D, 2001. Dental erosion: in vitro model of wine assessor's erosion. *Aust Dent J*, 46, 4, 263-8.
- Montecchi PP, Custureri V, Polimeni A, Cordaro M, Costa L, Marinucci S, Montecchi F, 2003. Oral manifestations in a group of young patients with anorexia nervosa. *Eat Weight Disord*, 8, 2, 164-7.
- Mony B, Ebenezar AR, Ghani MF, Narayanan A, 2015. Effect of chicken egg shell powder solution on early enamel carious lesions: an invitro preliminary study. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 9, 3, ZC30.
- Moses FM, 1990. The effect of exercise on the gastrointestinal tract. *Sports Med*, 9, 3, 159-72.

- Moshaverinia A, Brantley WA, Chee WW, Rohpour N, Ansari S, Zheng F, Heshmati RH, Darr JA, Schricker SR, Rehman IU, 2010. Measure of microhardness, fracture toughness and flexural strength of N-vinylcaprolactam (NVC)-containing glass-ionomer dental cements. *Dent Mater*, 26, 12, 1137-43.
- Mulic A, Skudutyte-Rysstad R, Tveit AB, Skaare AB, 2012. Risk indicators for dental erosive wear among 18-yr-old subjects in Oslo, Norway. *Eur J Oral Sci*, 120, 6, 531-8.
- Mulic A, Skudutyte-Rysstad R, Tveit AB, Skaare AB, 2012. Risk indicators for dental erosive wear among 18-yr-old subjects in Oslo, Norway. *European journal of oral sciences*, 120, 6, 531-8.
- Munoz J, Herreros B, Sanchiz V, Amoros C, Hernandez V, Pascual I, Mora F, Minguez M, Bagan J, Benages A, 2003. Dental and periodontal lesions in patients with gastro-oesophageal reflux disease. *Digestive and liver disease*, 35, 7, 461-7.
- Murakami C, Bönecker M, Corrêa MS, Mendes FM, Rodrigues CR, 2009. Effect of fluoride varnish and gel on dental erosion in primary and permanent teeth. *Arch Oral Biol*, 54, 11, 997-1001.
- Murakami C, Oliveira LB, Sheiham A, Corrêa MSNP, Haddad AE, Bönecker M, 2011. Risk indicators for erosive tooth wear in Brazilian preschool children. *Caries research*, 45, 2, 121-9.
- Murchison DF, Charlton DG, Moore BK, 1992. Carbamide peroxide bleaching: effects on enamel surface hardness and bonding. *Oper Dent*, 17, 5, 181-5.
- Murray KF, Christie DL, 1998. Vomiting. *Pediatrics in Review*, 19, 10, 337-41.
- Nahorny S, Zanin H, Christino VA, Marciano FR, Lobo AO, Soares LES, 2017. Multi-walled carbon nanotubes/graphene oxide hybrid and nanohydroxyapatite composite: A novel coating to prevent dentin erosion. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*, 79, 199-208.
- Najibfard K, Ramalingam K, Chedjieu I, Amaechi B, 2011. Remineralization of early caries by a nano-hydroxyapatite dentifrice. *Journal of Clinical Dentistry*, 22, 5, 139.
- Nassur C, Alexandria AK, Pomarico L, de Sousa VP, Cabral LM, Maia LC, 2013. Characterization of a new TiF(4) and  $\beta$ -cyclodextrin inclusion complex and its in vitro evaluation on inhibiting enamel demineralization. *Arch Oral Biol*, 58, 3, 239-47.
- Neves BG, Farah A, Lucas E, de Sousa VP, Maia LC, 2010. Are paediatric medicines risk factors for dental caries and dental erosion? *Community Dent Health*, 27, 1, 46-51.
- Nikiforuk G, McLeod I, Burgess R, Grainger R, Brown H, 1962. Fluoride-carbonate relationship in dental enamel. *Journal of Dental Research*, 41, 6, 1477-.
- Nozu T, Komiyama H, 2008. Clinical characteristics of asymptomatic esophagitis. *Journal of gastroenterology*, 43, 1, 27-31.
- Nunn JH, Ng SK, Sharkey I, Coulthard M, 2001. The dental implications of chronic use of acidic medicines in medically compromised children. *Pharm World Sci*, 23, 3, 118-9.
- O'Brien MD, Bruce BK, Camilleri M, 1995. The rumination syndrome: clinical features rather than manometric diagnosis. *Gastroenterology*, 108, 4, 1024-9.
- O'Sullivan EA, Curzon ME, 2000. A comparison of acidic dietary factors in children with and without dental erosion. *ASDC J Dent Child*, 67, 3, 186-92, 60.

- Okida RC, Santos DMd, Vechiato Filho AJ, Andreotti AM, Medeiros RAd, Goiato MC, 2014. Prosthetic rehabilitation of a patient with gastroesophageal reflux disease: 4-year followup. *Case reports in dentistry*, 2014.
- Olden KW, 2001. Rumination. *Current treatment options in gastroenterology*, 4, 4, 351-8.
- Onwubu SC, Naidoo D, Mkhize SC, Mabaso NLN, Mdluli PS, Thakur S, 2020. An investigation in the remineralization and acid resistant characteristics of nanohydroxyapatite produced from eggshell waste via mechanochemistry. *Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials*, 18, 2280800020968352.
- Orsini G, Procaccini M, Manzoli L, Giuliodori F, Lorenzini A, Putignano A, 2010. A double-blind randomized-controlled trial comparing the desensitizing efficacy of a new dentifrice containing carbonate/hydroxyapatite nanocrystals and a sodium fluoride/potassium nitrate dentifrice. *J Clin Periodontol*, 37, 6, 510-7.
- Paice EM, Vowles RW, West NX, Hooper SM, 2011. The erosive effects of saliva following chewing gum on enamel and dentine: an ex vivo study. *Br Dent J*, 210, 3, E3.
- Panheleux M, Bain M, Fernandez MS, Morales I, Gautron J, Arias JL, Solomon SE, Hincke M, Nys Y, 1999. Organic matrix composition and ultrastructure of eggshell: a comparative study. *Br Poult Sci*, 40, 2, 240-52.
- Paschalis EP, DiCarlo E, Betts F, Sherman P, Mendelsohn R, Boskey AL, 1996. FTIR microspectroscopic analysis of human osteonal bone. *Calcif Tissue Int*, 59, 6, 480-7.
- Paszynska E, Linden RW, Slopian A, Rajewski A, 2011. Flow rates and inorganic composition of whole saliva in purging bulimic patients treated with a fluoxetine. *World J Biol Psychiatry*, 12, 4, 282-7.
- Payne K, Veis A, 1988. Fourier transform IR spectroscopy of collagen and gelatin solutions: deconvolution of the amide I band for conformational studies. *Biopolymers: Original Research on Biomolecules*, 27, 11, 1749-60.
- Petersen PE, Gormsen C, 1991. Oral conditions among German battery factory workers. *Community dentistry and oral epidemiology*, 19, 2, 104-6.
- Philip N, 2019. State of the art enamel remineralization systems: the next frontier in caries management. *Caries research*, 53, 3, 284-95.
- Philip N, 2019. State of the Art Enamel Remineralization Systems: The Next Frontier in Caries Management. *Caries Res*, 53, 3, 284-95.
- Pontefract H, Hughes J, Kemp K, Yates R, Newcombe RG, Addy M, 2001. The erosive effects of some mouthrinses on enamel. A study in situ. *J Clin Periodontol*, 28, 4, 319-24.
- Pradeep AR, Sharma A, 2010. Comparison of clinical efficacy of a dentifrice containing calcium sodium phosphosilicate to a dentifrice containing potassium nitrate and to a placebo on dentinal hypersensitivity: a randomized clinical trial. *J Periodontol*, 81, 8, 1167-73.
- Pretty IA, Edgar WM, Higham SM, 2003. The erosive potential of commercially available mouthrinses on enamel as measured by Quantitative Light-induced Fluorescence (QLF). *J Dent*, 31, 5, 313-9.
- Pretty IA, Edgar WM, Higham SM, 2005. The effect of bleaching on enamel susceptibility to acid erosion and demineralisation. *Br Dent J*, 198, 5, 285-90; discussion 0.

- Queiroz CS, Hara AT, Paes Leme AF, Cury JA, 2008. pH-cycling models to evaluate the effect of low fluoride dentifrice on enamel de- and remineralization. *Braz Dent J*, 19, 1, 21-7.
- Ramalingam L, Messer LB, Reynolds EC, 2005. Adding casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate to sports drinks to eliminate in vitro erosion. *Pediatr Dent*, 27, 1, 61-7.
- Ranjitkar S, Kaidonis JA, Smales RJ, 2012. Gastroesophageal reflux disease and tooth erosion. *International journal of dentistry*, 2012.
- Ranjitkar S, Rodriguez JM, Kaidonis JA, Richards LC, Townsend GC, Bartlett DW, 2009. The effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on erosive enamel and dentine wear by toothbrush abrasion. *J Dent*, 37, 4, 250-4.
- Ranjitkar S, Smales RJ, Kaidonis JA, 2012. Oral manifestations of gastroesophageal reflux disease. *Journal of gastroenterology and hepatology*, 27, 1, 21-7.
- Ratnayake N, Ekanayake L, 2010. Prevalence and distribution of tooth wear among Sri Lankan adolescents. *Oral Health Prev Dent*, 8, 4, 331-7.
- Rees J, Loyn T, Chadwick B, 2007. Pronamel and tooth mousse: an initial assessment of erosion prevention in vitro. *J Dent*, 35, 4, 355-7.
- Rehder Neto FC, Maeda FA, Turssi CP, Serra MC, 2009. Potential agents to control enamel caries-like lesions. *J Dent*, 37, 10, 786-90.
- Rehman I, Smith R, Hench L, Bonfield W, 1994. FT-Raman spectroscopic analysis of natural bones and their comparison with bioactive glasses and hydroxyapatite. In: *Bioceramics*. Eds: Elsevier, p. 79-84.
- Reitznerová E, Amarasiriwardena D, Kopicáková M, Barnes RM, 2000. Determination of some trace elements in human tooth enamel. *Fresenius J Anal Chem*, 367, 8, 748-54.
- Ren YF, Amin A, Malmstrom H, 2009. Effects of tooth whitening and orange juice on surface properties of dental enamel. *J Dent*, 37, 6, 424-31.
- Ren YF, Liu X, Fadel N, Malmstrom H, Barnes V, Xu T, 2011. Preventive effects of dentifrice containing 5000ppm fluoride against dental erosion in situ. *J Dent*, 39, 10, 672-8.
- Rey C, Collins B, Goehl T, Dickson I, Glimcher M, 1989. The carbonate environment in bone mineral: a resolution-enhanced Fourier transform infrared spectroscopy study. *Calcified tissue international*, 45, 3, 157-64.
- Rey C, Renugopalakrishnan V, Shimizu M, Collins B, Glimcher MJ, 1991. A resolution-enhanced Fourier transform infrared spectroscopic study of the environment of the CO<sub>3</sub>(<sup>2-</sup>) ion in the mineral phase of enamel during its formation and maturation. *Calcif Tissue Int*, 49, 4, 259-68.
- Rey C, Shimizu M, Collins B, Glimcher MJ, 1990. Resolution-enhanced Fourier transform infrared spectroscopy study of the environment of phosphate ions in the early deposits of a solid phase of calcium-phosphate in bone and enamel, and their evolution with age. I: Investigations in the epsilon 4 PO<sub>4</sub> domain. *Calcif Tissue Int*, 46, 6, 384-94.
- Reyes-Gasga J, Martínez-Piñeiro EL, Rodríguez-Álvarez G, Tiznado-Orozco GE, García-García R, Brès EF, 2013. XRD and FTIR crystallinity indices in sound human tooth enamel and synthetic hydroxyapatite. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*, 33, 8, 4568-74.

- Rios D, Magalhães AC, Honório HM, Buzalaf MAR, Lauris JRP, de Andrade Moreira Machado MA, Machado MAAM, 2007. The prevalence of deciduous tooth wear in six-year-old children and its relationship with potential explanatory factors. *Oral health & preventive dentistry*, 5, 3.
- Ritter AV, 2006. Eating disorders and oral health. *J Esthet Restor Dent*, 18, 2, 114.
- Robb N, Smith B, 1990. Prevalence of pathological tooth wear in patients with chronic alcoholism. *British dental journal*, 169, 11, 367-9.
- Rodríguez JA, Basting RT, Serra MC, Rodríguez Júnior AL, 2001. Effects of 10% carbamide peroxide bleaching materials on enamel microhardness. *Am J Dent*, 14, 2, 67-71.
- Rogalla K, Finger W, Hannig M, 1992. Influence of buffered and unbuffered acetylsalicylic acid on dental enamel and dentine in human teeth: an in vitro pilot study. *Methods Find Exp Clin Pharmacol*, 14, 5, 339-46.
- Rosin-Grget K, Lincir I, Tudja M, 2000. Effect of amine fluoride on enamel surface morphology. *Coll Antropol*, 24, 2, 501-8.
- Rovenský J, Stancíková M, Masaryk P, Svík K, Istok R, 2003. Eggshell calcium in the prevention and treatment of osteoporosis. *Int J Clin Pharmacol Res*, 23, 2-3, 83-92.
- Rowles S, 1967. Chemistry of the mineral phase of dentine. Structural and chemical organization of teeth, 2, 201-46.
- Rytömaa I, Järvinen V, Kanerva R, P. Heinonen O, 1998. Bulimia and tooth erosion. *Acta Odontologica Scandinavica*, 56, 1, 36-40.
- Rytömaa I, Meurman JH, Franssila S, Torkko H, 1989. Oral hygiene products may cause dental erosion. *Proc Finn Dent Soc*, 85, 3, 161-6.
- Salah M, Kataia MM, Kataia EM, El Din EA, Essa ME, 2018. Evaluation of eggshell powder as an experimental direct pulp capping material. *Future Dental Journal*, 4, 2, 160-4.
- Sankar P, Kuriakose S, Rajeev S, Raghuvaran R, Naseem P, Nair N, 2020. The Art of Remineralization: An out look. Quarterly Publication of Indian Dental Association, Kerala State Branch, 85.
- Savad EN, 1982. Enamel erosion...multiple cases with a common cause (?). *J N J Dent Assoc*, 53, 1, 32, 5-7, 60.
- Scaramucci T, Carvalho JC, Hara AT, Zero DT, 2015. Causes of dental erosion: intrinsic factors. *Dental erosion and its clinical management*, 35-67.
- Scaramucci T, Hara AT, Zero DT, Ferreira SS, Aoki IV, Sobral MA, 2011. In vitro evaluation of the erosive potential of orange juice modified by food additives in enamel and dentine. *J Dent*, 39, 12, 841-8.
- Scaramucci T, Sobral MA, Eckert GJ, Zero DT, Hara AT, 2012. In situ evaluation of the erosive potential of orange juice modified by food additives. *Caries Res*, 46, 1, 55-61.
- Scatena C, Galafassi D, Gomes-Silva JM, Borsatto MC, Serra MC, 2014. In vitro erosive effect of pediatric medicines on deciduous tooth enamel. *Braz Dent J*, 25, 1, 22-7.
- Schaafsma A, Pakan I, 1999. Effect of a chicken egg shell powder enriched dairy product on bone mineral density in persons with osteoporosis or osteopenia. *Nutrition*, 15, 2, 157.
- Schaafsma A, van Doormaal JJ, Muskiet FA, Hofstede GJ, Pakan I, van der Veer E, 2002. Positive effects of a chicken eggshell powder-enriched vitamin-mineral supplement

- on femoral neck bone mineral density in healthy late post-menopausal Dutch women. *Br J Nutr*, 87, 3, 267-75.
- Scheutzel P, 1996. Etiology of dental erosion—intrinsic factors. *European journal of oral sciences*, 104, 2, 178-90.
- Schlueter N, Glatzki J, Klimek J, Ganss C, 2012. Erosive-abrasive tissue loss in dentine under simulated bulimic conditions. *Arch Oral Biol*, 57, 9, 1176-82.
- Schlüter N, Ganß C, Pötschke S, Klimek J, Hannig C, 2012. Enzyme activities in the oral fluids of patients suffering from bulimia: a controlled clinical trial. *Caries research*, 46, 2, 130-9.
- Selvig KA, 1968. Ultrastructural changes in human dentine exposed to a weak acid. *Arch Oral Biol*, 13, 7, 719-34.
- Seredin P, Goloshchapov D, Ippolitov Y, Vongsvivut J, 2020. Development of a new approach to diagnosis of the early fluorosis forms by means of FTIR and Raman microspectroscopy. *Sci Rep*, 10, 1, 20891.
- Shellis R, 2000. Transport processes in enamel and dentine. Tooth wear and sensitivity. London: Martin Dunitz, 19-28.
- Shellis R, 2015. The dental erosion process. In: Dental erosion and its clinical management. Eds: Springer, p. 13-33.
- Shellis R, Barbour M, Jones S, Addy M, 2010. Effects of pH and acid concentration on erosive dissolution of enamel, dentine, and compressed hydroxyapatite. *European Journal of Oral Sciences*, 118, 5, 475-82.
- Shellis RP, Featherstone JD, Lussi A, 2014. Understanding the chemistry of dental erosion. *Monogr Oral Sci*, 25, 163-79.
- Shellis RP, Finke M, Eisenburger M, Parker DM, Addy M, 2005. Relationship between enamel erosion and liquid flow rate. *Eur J Oral Sci*, 113, 3, 232-8.
- Shellis RP, Ganss C, Ren Y, Zero DT, Lussi A, 2011. Methodology and models in erosion research: discussion and conclusions. *Caries Res*, 45 Suppl 1, 69-77.
- Shemesh A, 1990. Crystallinity and diagenesis of sedimentary apatites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 54, 9, 2433-8.
- Shimoda S, Aoba T, Moreno E, Miake Y, 1990. Effect of solution composition on morphological and structural features of carbonated calcium apatites. *Journal of dental research*, 69, 11, 1731-40.
- Siqueira WL, Custodio W, McDonald EE, 2012. New insights into the composition and functions of the acquired enamel pellicle. *J Dent Res*, 91, 12, 1110-8.
- Skallevoid HE, Rokaya D, Khurshid Z, Zafar MS, 2019. Bioactive Glass Applications in Dentistry. *Int J Mol Sci*, 20, 23.
- Skoog DA, Holler FJ, Nieman TA, Kılıç E, Köseoğlu F, Yılmaz H, 2000. Enstrümantal analiz ilkeleri, Bilim Yayıncılık, p.
- Smith A, Shaw L, 1993. Comparison of rates of clearance of glucose from various oral sites following drinking with a glass, feeder cup and straw. *Medical science research*, 21, 16, 617-9.
- Smith B, Robb N, 1989. Dental erosion in patients with chronic alcoholism. *Journal of Dentistry*, 17, 5, 219-21.

- Smith BC, 2011. Fundamentals of Fourier transform infrared spectroscopy, CRC press, p.
- Smith BG, 1989. Toothwear: aetiology and diagnosis. *Dent Update*, 16, 5, 204-12.
- Smith WF, 1986. Principles of materials science and engineering.
- Soares LE, do Espírito Santo AM, Brugnera A, Zanin FA, Martin AA, 2009. Effects of Er:YAG laser irradiation and manipulation treatments on dentin components, part 2: energy-dispersive X-ray fluorescence spectrometry study. *J Biomed Opt*, 14, 2, 024002.
- Sodek J, Ganss B, McKee M, 2000. Osteopontin. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 11, 3, 279-303.
- Sønju Clasen A, Ruyter I, 1997. Quantitative determination of type A and type B carbonate in human deciduous and permanent enamel by means of Fourier transform infrared spectrometry. *Advances in Dental Research*, 11, 4, 523-7.
- Sorvari R, Rytömaa I, 1991. Drinks and dental health. *Proc Finn Dent Soc*, 87, 4, 621-31.
- Souza DC, Hashizume LN, Eidelwein M, Maltz M, 2010. Effect of different frequencies of fluoride dentifrice and mouthrinse administration: an in situ study. *Braz Oral Res*, 24, 4, 388-93.
- Sreedhar H, Varma VK, Nguyen PL, Davidson B, Akkina S, Guzman G, Setty S, Kajdacsy-Balla A, Walsh MJ, 2015. High-definition Fourier Transform Infrared (FT-IR) spectroscopic imaging of human tissue sections towards improving pathology. *J Vis Exp*, 95, 52332.
- Stefaniak AB, Virji MA, Harvey CJ, Sbarra DC, Day GA, Hoover MD, 2010. Influence of artificial gastric juice composition on bioaccessibility of cobalt-and tungsten-containing powders. *International journal of hygiene and environmental health*, 213, 2, 107-15.
- Steinhausen HC, 2002. The outcome of anorexia nervosa in the 20th century. *Am J Psychiatry*, 159, 8, 1284-93.
- Sullivan RE, Kramer WS, 1983. Iatrogenic erosion of teeth. *ASDC J Dent Child*, 50, 3, 192-6.
- Tantbirojn D, Huang A, Ericson MD, Poolthong S, 2008. Change in surface hardness of enamel by a cola drink and a CPP-ACP paste. *J Dent*, 36, 1, 74-9.
- Taube F, Marczewski M, Norén J, 2015. Deviations of inorganic and organic carbon content in hypomineralised enamel. *Journal of Dentistry*, 43, 2, 269-78.
- ten Bruggen Cate HJ, 1968. Dental erosion in industry. *Br J Ind Med*, 25, 4, 249-66.
- ten Gate J, Imfeld T, 1996. Dental erosion, summary. *European Journal of Oral Sciences*, 104, 2, 241-4.
- Thomas MS, Vivekananda Pai AR, Yadav A, 2015. Medication-related dental erosion: a review. *Compend Contin Educ Dent*, 36, 9, 662-6; quiz 8.
- Tsang I, Katz V, Wells S, 1996. Maternal and fetal outcomes in hyperemesis gravidarum. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 55, 3, 231-5.
- Uhlen M-M, Tveit AB, Refsholt Stenhagen K, Mulic A, 2014. Self-induced vomiting and dental erosion—a clinical study. *BMC oral health*, 14, 1, 1-7.
- Vakil N, Van Zanten SV, Kahrilas P, Dent J, Jones R, 2006. The Montreal definition and classification of gastroesophageal reflux disease: a global evidence-based

- consensus. Official journal of the American College of Gastroenterology| ACG, 101, 8, 1900-20.
- Valena V, Young W, 2002. Dental erosion patterns from intrinsic acid regurgitation and vomiting. *Australian Dental Journal*, 47, 2, 106-15.
- Valinoti AC, Neves BG, da Silva EM, Maia LC, 2008. Surface degradation of composite resins by acidic medicines and pH-cycling. *J Appl Oral Sci*, 16, 4, 257-65.
- Valinoti AC, Pierro VS, Da Silva EM, Maia LC, 2011. In vitro alterations in dental enamel exposed to acidic medicines. *Int J Paediatr Dent*, 21, 2, 141-50.
- Vieira A, Jager DH, Ruben JL, Huysmans MC, 2007. Inhibition of erosive wear by fluoride varnish. *Caries Res*, 41, 1, 61-7.
- Voronets J, Lussi A, 2010. Thickness of softened human enamel removed by toothbrush abrasion: an in vitro study. *Clin Oral Investig*, 14, 3, 251-6.
- Wagoner SN, Marshall TA, Qian F, Wefel JS, 2009. In vitro enamel erosion associated with commercially available original-flavor and sour versions of candies. *The Journal of the American Dental Association*, 140, 7, 906-13.
- Walsh NP, Montague JC, Callow N, Rowlands AV, 2004. Saliva flow rate, total protein concentration and osmolality as potential markers of whole body hydration status during progressive acute dehydration in humans. *Arch Oral Biol*, 49, 2, 149-54.
- Wang CP, Huang SB, Liu Y, Li JY, Yu HY, 2014. The CPP-ACP relieved enamel erosion from a carbonated soft beverage: an in vitro AFM and XRD study. *Arch Oral Biol*, 59, 3, 277-82.
- Wang X, Klocke A, Mihailova B, Tosheva L, Bismayer U, 2008. New insights into structural alteration of enamel apatite induced by citric acid and sodium fluoride solutions. *The Journal of Physical Chemistry B*, 112, 29, 8840-8.
- Wang X, Lussi A, 2010. Assessment and management of dental erosion. *Dental Clinics*, 54, 3, 565-78.
- Wang X, Megert B, Hellwig E, Neuhaus KW, Lussi A, 2011. Preventing erosion with novel agents. *J Dent*, 39, 2, 163-70.
- Weatherell JA, Robinson C, Hiller CR, 1968. Distribution of carbonate in thin sections of dental enamel. *Caries Res*, 2, 1, 1-9.
- Wegehaupt F, Günthart N, Sener B, Attin T, 2011. Prevention of erosive/abrasive enamel wear due to orange juice modified with dietary supplements. *Oral Dis*, 17, 5, 508-14.
- Wegehaupt FJ, Tauböck TT, Attin T, 2013. Durability of the anti-erosive effect of surfaces sealants under erosive abrasive conditions. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71, 5, 1188-94.
- Wegehaupt FJ, Tauböck TT, Sener B, Attin T, 2012. Long-term protective effect of surface sealants against erosive wear by intrinsic and extrinsic acids. *Journal of dentistry*, 40, 5, 416-22.
- West ES, Judy FR, 1938. Destruction of tooth enamel by acidified candies. *Journal of Dental Research*, 17, 6, 499-504.
- West N, Hughes J, Addy M, 2000. Erosion of dentine and enamel in vitro by dietary acids: the effect of temperature, acid character, concentration and exposure time. *Journal of oral rehabilitation*, 27, 10, 875-80.



- West N, Seong J, Hellin N, Eynon H, Barker M, He T, 2017. A clinical study to measure anti-erosion properties of a stabilized stannous fluoride dentifrice relative to a sodium fluoride/triclosan dentifrice. *International journal of dental hygiene*, 15, 2, 113-9.
- West NX, Davies M, Amaechi BT, 2011. In vitro and in situ erosion models for evaluating tooth substance loss. *Caries Res*, 45 Suppl 1, 43-52.
- Whitford GM, Ekstrand J, 1990. Summary of Session I: Metabolism of fluoride. *Journal of dental research*, 69, 2\_suppl, 513-.
- Wiegand A, Attin T, 2007. Occupational dental erosion from exposure to acids: a review. *Occup Med (Lond)*, 57, 3, 169-76.
- Wiegand A, Begic M, Attin T, 2006. In vitro evaluation of abrasion of eroded enamel by different manual, power and sonic toothbrushes. *Caries Res*, 40, 1, 60-5.
- Wiegand A, Bichsel D, Magalhães AC, Becker K, Attin T, 2009. Effect of sodium, amine and stannous fluoride at the same concentration and different pH on in vitro erosion. *J Dent*, 37, 8, 591-5.
- Wiegand A, Bliggenstorfer S, Magalhaes AC, Sener B, Attin T, 2008. Impact of the in situ formed salivary pellicle on enamel and dentine erosion induced by different acids. *Acta Odontol Scand*, 66, 4, 225-30.
- Wiegand A, Köwing L, Attin T, 2007. Impact of brushing force on abrasion of acid-softened and sound enamel. *Arch Oral Biol*, 52, 11, 1043-7.
- Wiegand A, Müller J, Werner C, Attin T, 2006. Prevalence of erosive tooth wear and associated risk factors in 2–7-year-old German kindergarten children. *Oral diseases*, 12, 2, 117-24.
- Wiegand A, Stock A, Attin R, Werner C, Attin T, 2007. Impact of the acid flow rate on dentin erosion. *J Dent*, 35, 1, 21-7.
- Wiegand A, Wolmershäuser S, Hellwig E, Attin T, 2004. Influence of buffering effects of dentifrices and fluoride gels on abrasion on eroded dentine. *Arch Oral Biol*, 49, 4, 259-65.
- Wiktorsson AM, Zimmerman M, Angmar-Månsson B, 1997. Erosive tooth wear: prevalence and severity in Swedish winetasters. *Eur J Oral Sci*, 105, 6, 544-50.
- Wild YK, Heyman MB, Vittinghoff E, Dalal DH, Wojcicki JM, Clark AL, Rechmann B, Rechmann P, 2011. Gastroesophageal reflux is not associated with dental erosion in children. *Gastroenterology*, 141, 5, 1605-11.
- Williams D, Croucher R, Marcenes W, O'Farrell M, 1999. The prevalence of dental erosion in the maxillary incisors of 14-year-old schoolchildren living in Tower Hamlets and Hackney, London, UK. *Int Dent J*, 49, 4, 211-6.
- Winkler LA-D, Christiansen E, Lichtenstein MB, Hansen NB, Bilenberg N, Støving RK, 2014. Quality of life in eating disorders: a meta-analysis. *Psychiatry research*, 219, 1, 1-9.
- Winkler LA, Christiansen E, Lichtenstein MB, Hansen NB, Bilenberg N, Støving RK, 2014. Quality of life in eating disorders: a meta-analysis. *Psychiatry Res*, 219, 1, 1-9.
- Yagi T, Ueda H, Amitani H, Asakawa A, Miyawaki S, Inui A, 2012. The role of ghrelin, salivary secretions, and dental care in eating disorders. *Nutrients*, 4, 8, 967-89.
- Young A, Tenuta L, 2011. Initial erosion models. *Caries research*, 45, Suppl. 1, 33-42.
- Young R, 1975. Some aspects of crystal structural modeling of biological apatites. *Coll. Int. CNRS*, 230, 21-40.

- Young W, Khan F, Brandt R, Savage N, Razek AA, Huang Q, 2001. Syndromes with salivary dysfunction predispose to tooth wear: Case reports of congenital dysfunction of major salivary glands, Prader-Willi, congenital rubella, and Sjögren's syndromes. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 92, 1, 38-48.
- Yu H, Wegehaupt FJ, Zaruba M, Becker K, Roos M, Attin T, Wiegand A, 2010. Erosion-inhibiting potential of a stannous chloride-containing fluoride solution under acid flow conditions in vitro. *Arch Oral Biol*, 55, 9, 702-5.
- Yu J, Yang H, Li K, Lei J, Zhou L, Huang C, 2016. A novel application of nanohydroxyapatite/mesoporous silica biocomposite on treating dentin hypersensitivity: An in vitro study. *Journal of dentistry*, 50, 21-9.
- Zalkind M, Arwaz JR, Goldman A, Rotstein I, 1996. Surface morphology changes in human enamel, dentin and cementum following bleaching: a scanning electron microscopy study. *Endod Dent Traumatol*, 12, 2, 82-8.
- Zanatta RF, Ávila D, Miyamoto KM, Torres CRG, Borges AB, 2019. Influence of Surfactants and Fluoride against Enamel Erosion. *Caries Res*, 53, 1, 1-9.
- Zero DT, 1996. Etiology of dental erosion--extrinsic factors. *Eur J Oral Sci*, 104, 2 ( Pt 2), 162-77.
- Zero DT, Lussi A, 2000. Etiology of enamel erosion: intrinsic and extrinsic factors. *Tooth wear and sensitivity*, 121-39.
- Zero DT, Lussi A, 2005. Erosion--chemical and biological factors of importance to the dental practitioner. *Int Dent J*, 55, 4 Suppl 1, 285-90.
- Ziskind D, Gleitman J, Rotstein I, Friedman M, 2003. Evaluation of cetylpyridinium chloride for infection control in storage solution. *J Oral Rehabil*, 30, 5, 477-81.
- Zwier N, Huysmans MC, Jager DH, Ruben J, Bronkhorst EM, Truin GJ, 2013. Saliva parameters and erosive wear in adolescents. *Caries Res*, 47, 6, 548-52.

## EK B : Turnitin Raporu

SODYUM-TRİ-METAFOSFATLA MUAMELE EDİLMİŞ YUMURTA KABUK VE ZAR TOZU İÇEREN VERNİK VE BİYOAKTİF CAM VERNİĞİN EROZYONU ÖNLEMEDEKİ ETKİNLİKLERİNİN FLOR VERNİK İLE KARŞILAŞTIRILMASI: IN VITRO

ORJİNALLİK RAPORU

% **12** BENZERLİK ENDEKSİ  
% **12** İNTERNET KAYNAKLARI  
% **2** YAYINLAR  
% ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	<a href="http://acikbilim.yok.gov.tr">acikbilim.yok.gov.tr</a> İnternet Kaynağı	% <b>8</b>
2	<a href="http://acikerisimarsiv.selcuk.edu.tr:8080">acikerisimarsiv.selcuk.edu.tr:8080</a> İnternet Kaynağı	% <b>1</b>
3	<a href="http://nbe.ege.edu.tr">nbe.ege.edu.tr</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>
4	<a href="http://acikerisim.selcuk.edu.tr:8080">acikerisim.selcuk.edu.tr:8080</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>
5	<a href="http://acikerisim.sakarya.edu.tr">acikerisim.sakarya.edu.tr</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>
6	<a href="http://dergipark.org.tr">dergipark.org.tr</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>
7	<a href="http://dergiler.ankara.edu.tr">dergiler.ankara.edu.tr</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>
8	<a href="http://pure.tue.nl">pure.tue.nl</a> İnternet Kaynağı	<% <b>1</b>