K.K.T.C
YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DENTAL EROZYONU ÖNLEMEK İÇİN KULLANILAN KALAY, KİTOSAN VE PHS İÇERİKLİ MATERYALLERİN ETKİNLİKLERİNİN İN-VİTRO KOŞULLARDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Diş. Hek. Nermin YÖNEL

Pedodonti Programı
DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Serap ÇETİNER

LEFKOŞA
2016

TEŞEKKÜR

Yakın Doğu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı'nda Doktora eğitimime başlamama bir gülüşüyle vesile olan, doktora eğitim sürecimin ilk anından başlayarak şimdiye kadar bilgi ve deneyimleri ile her zaman bana yol gösteren, gerek diş hekimliği mesleği gerekse de hayat ile ilgili tecrübelerinden çok şey öğrendiğim ve daha fazlasını öğreneceğim, tüm eğitim süresince desteğini her anlamda ve her zaman hissettiğim, eğitmenim olmasından büyük gurur ve mutluluk duyduğum, canım öğretmenim Prof. Dr. Serap Çetiner'e,

Tez çalışmamın başlangıcından bitimine kadar önerileri ve yardımları ile bana destek olan ve tez jürimde bulunan çok sevdiğim değerli hocam, abim, Doç. Dr. Buğra Özen'e, tez izleme jürimde bulunan değerli hocalarım Prof. Dr. Levent Özer, Prof. Dr. Fahinur Ertuğrul ve Prof. Dr. Haluk Bodur'a,

Tez çalışmamın deney aşamasını gerçekleştirdiğim The Academic Centre for Dentistry in Amsterdam (ACTA)'da laboratuar çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan sayın Dr. Augustinus J.P. van Strijp, Dr. Maxim D. Lagerweij, Prof. Dr. Cees J. Kleverlaan, Prof. Dr. Floris Bikker ve Prof. Dr. Cor van Loveren'e,

Doktora tezimin istatistiksel analizlerinin yapımında ve çalışmam boyunca tüm sabrı ve içtenliğiyle bana yardımcı olan biyoistatistik uzmanı sayın Yrd. Doç. Dr. Özgür Tosun'a,

Pedodonti Anabilim Dalı'nda bulunduğum yıllar boyunca tüm zorlukları beraber atlattığım ve desteklerini hiçbir zaman unutmayacağım sevgili bölüm arkadaşlarım Yrd. Doç. Dr. Leman Özkan, Dr. Sıla Korun, Dr. Aylin İslam, Dr. Özkem Azmi Öge ve Dr. Hamit Tunç'a,

Gerek akademik gerek özel hayatımda varlıkları ile bana destek veren, olmazsa olmaz sevgili dostlarım; Selen Üstüner ve Ece Şengün'e,

Bu zorlu ve yoğun tez çalışma sürecimde bana sonsuz destek veren, hayatımın en tatlı parçası canım eşim Ceren Ahmet Köse'ye,

Beni bugüne kadar her konuda olduğu gibi akademik hayatımda da destekleyen ve bu desteklerini ömür boyu sürdüreceğinden emin olduğum, bir parçası olmaktan gurur duyduğum ailem, biricik annem Canev Yönel'e, canım babişkom Ali Yönel'e, ve iyi ki benim olan canım abim Uğraş Yönel'e, tüm kalbimle teşekkür ederim.

ÖZET

Yönel, N. Dental Erozyonu Önlemek İçin Kullanılan Kalay, Kitosan Ve PHS İçerikli Materyallerin Etkinliklerinin İn-Vitro Koşullarda Değerlendirilmesi. Yakın Doğu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Pedodonti Programı, Doktora Tezi, Lefkoşa, 2016.

Piyasada bulunan anti-eroziv içerikli ürünler genellikle kalay flor (SnF_2), sodyum flor (NaF) veya bu bileşenlere eklenen amorf kalsiyum fosfat (ACP) veya kitosan içermektedir. Bu içeriğe sahip materyallerin kullanımına rağmen dünya genelinde dental erozyonun artan prevalansı, günümüzde kullanılan anti-eroziv materyallere alternatif yeni materyallere ihtiyaç duyulduğu gerçeğini göstermektedir. Bu çalışmanın amacı, flor, kalay ve kitosan içerikli anti-eroziv özellikteki materyallere alternatif olabileceği düşünülen phytosphingosine (PHS)'in etkinliğinin değerlendirilmesi ve çalışmada kullanılan gruplar arasında anti-eroziv etkisi en yüksek materyalin saptanmasıdır. Çalışmada sığır alt çene dişlerinden elde edilen 120 adet mine örneği kullanıldı. Örnekler hazırlandıktan sonra rastgele 2 gruba ayrıldı. Birinci grup deney örnekleri remineralizasyon solüsyon grubu ikinci grup deney örnekleri ise yapay tükürük grubu olarak belirlendi. Her iki gruptaki örnekler günde 2 defa 2 dakika süre ile I) phytosphingosine (PHS) II) SnF_2/NaF III) SnF_2/ACP IV)SnF_2,/NaF/ACP, V) Sn/F/Chitosan materyalleri ile tedavi edildi ve her tedavi işleminin ardından 10 dakika süre ile sitrik asit (pH 3.4) solüsyonunda demineralize edildi. Tedavi işlemleri arasında ve gece boyunca remineralizasyon grubuna ait deney örnekleri remineralizasyon solüsyonu içerisinde, yapay tükürük grubuna ait deney örnekleri ise yapay tükürük solüsyonu içerisinde bekletildiler. Deney örneklerinin mikrosertlik ölçümleri, çalışma başlangıcında, 3., 5. ve 10. gününde elde edildi.10 günlük tedavi ve sitrik asit uygulaması sonrası madde kayıp tespiti ise profilometre kullanılarak tespit edildi.

Çalışmada elde edilen mikrosertlik değerleri incelendiğinde, tedavi grupları arasında fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$). Madde kayıp miktarlarının (μm; mean ± SD) remineralizasyon grubunda PHS, Oral B, Enamelon

jel, Enamelon Jel/Macun, Elmex ve Negatif Kontrol grubu için sırasıyla 35.6 ± 2.8, 15.8 ± 1.8, 22.1 ± 2.0, 22.9 ± 1.8, 16.2 ± 1.2 ve 51.2 ± 4.4 olduğu, yapay tükürük grubuna ait değerlerin ise sırasıyla 31.7 ± 3.3, 15.6 ± 2.9, 16.5 ± 2.7, 16.8 ± 2.1, 13.1 ± 3.0 ve 50.7±2.8 olduğu görülmüştür. Çalışmamızın profilometre ile belirlenen yapay tükürük grubu ölçümleri değerlendirildiğinde, PHS'in kontrol grubuna göre minede istatistiksel olarak anlamlı bir koruma sağladığı görülse de, Sn^{2+} ve F^- içerikli diğer tüm tedavi gruplarının anti-eroziv etkisi PHS grubundan istatistiksel olarak fazladır ($p < 0.05$). Yapay tükürük solüsyonu içerisinde bulunan müsin, tedavi materyallerinin anti-eroziv etkinliğini arttırmaktadır.

ABSTRACT

Yönel, N. Anti-erosive Effects of Stannous, Chitosan and Phytosphingosine. An in vitro study. Near East University Institute of Health Sciences, PhD Thesis in Paediatric Dentistry, Nicosia, 2016.

Various dental products claim to have anti-erosive effects. Common ingredients of these products are SnF_2 and NaF, and some are supplemented with amorphous calcium phosphate or chitosan. As the prevalence of erosive wear seems to gradually increase new anti-erosive agents with alternative working mechanisms may add value to the current known protective products and strategies. A selection of commercially available products were compared with respect to their anti-erosive properties including formulations containing: I) phytosphingosine (PHS) II) SnF_2/NaF III) SnF_2/ACP IV)SnF_2/NaF/ACP, V) Sn/F/Chitosan. One hundred twenty bovine enamel specimens were immersed in the respective product slurries for 2 min twice daily. The formulations were diluted with either remineralization solution or artificial saliva. After each treatment, an erosive challenge was performed for 10 min twice daily using citric acid, pH 3.4. The specimens were stored in remineralization solution or artificial saliva until the next treatment-erosion challenge. Microhardness measurements were done at the beginning of the study and at the 3rd, 5th and 10th day of the study. After 10 days tissue loss was determined using profilometry. Enamel softening was determined through surface microhardness measurements. Tissue loss values (µm; mean±SD) for PHS, SnF/NaF, SnF/ACP, SnF/ACP/NaF, Sn/F/Chitosan and negative control group, were respectively, 35.6±2.8, 15.8±1.8, 22.1±2.0, 22.9±1.8, 16.2±1.2 and 51.2± 4.4 in the presence of remineralization solution and 31.7±3.3, 15.6±2.9, 16.5±2.7, 16.8 ± 2.1, 13.1±3.0 and 50.7±2.8 in the presence of artificial saliva. Surface microhardness measurements did not show significant differences between the treatments groups. In conclusion, profilometry results of artificial saliva showed that PHS reduced tissue loss significantly ($p < 0.05$) compared to the negative control, but in comparison the Sn^{2+} and F^- containing toothpastes were significantly more effectively compared to PHS ($p < 0.05$). Mucin containing artificial saliva enhance the anti-erosive effects of the treatment materials.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiv
ŞEKİLLER	xvi
TABLOLAR	xviii
1.GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Diş Aşınması	3
2.1.1. Atrizyon	3
2.1.2. Abrazyon	4
2.1.3. Abfraksyon	5
2.1.4. Erozyon	5
2.2. Dental Erozyonun Kimyası	6
2.3. Dental Erozyon Etiyolojisi	7
2.3.1. İçsel Faktörler	7

2.3.1.1. Dental Erozyon ve Kusma 7

2.3.1.2. Dental Erozyon ve Regürjitasyon 8

2.3.1.3. Detal Erozyon Ve Gastro Özofajial Reflü (GÖR) 8

2.3.1.4. Dental Erozyon ve Hamilelik 9

2.3.1.5. Ruminasyon 9

2.3.1.6. Kronik Alkolizm 9

2.3.1.7. Beslenme Bozuklukları 10

2.3.1.8. Anoreksiya Nervoza 11

2.3.1.9. Bulimiya 11

2.3.2. Dışsal Faktörler 12

2.3.2.1. Beslenme ve Dental Erozyon 12

2.3.2.2. Asidik İlaçlar 13

2.3.3. Biyolojik Faktörler 16

2.3.3.1. Dental Erozyon Üzerinde Tükürüğün Etkisi 16

2.3.3.2. Dental Erozyon Öncesinde Tükürüğün Etkisi 17

2.3.3.3. Dental Erozyon Sırasında Tükürüğün Etkisi 18

2.3.3.4. Dental Erozyon ve Pelikıl 19

2.3.3.5. Dental Erozyon Sonrasında Tükürüğün Etkisi 20

2.3.4. Kimyasal Faktörler 21

2.3.4.1. Ürünün Kalsiyum, Fosfat ve Flor Konsantrasyonu 21

2.3.4.2. Ürünün Diş Yüzeyine Adezyonu 23

2.3.5. Davranışsal Faktörler 24

2.3.5.1. Mesleki ve Sportif Faktörler 25

2.3.5.1.1 Kritik pH ve Dental Erozyon 27

2.3.5.2. Ağız Bakımı ve Ağız Bakım Ürünleri 28

2.3.5.2.1 Ağız Bakımı 28

2.4. Diş Macunlarının Erozyona Uğramış Mine Üzerindeki Abraziv Etkisi 32

2.5. Diş Fırçası ve Dental Erozyon 33

2.6.Eroziv Etken ve Diş Fırçalama 34

2.7. Erozyon ve Abrazyon Arasındaki İlişki 36

2.8. Diş Macunları Ve Anti-Eroziv İçerikleri 37

2.9. Dental Erozyon Koruyucu Uygulama Ve Tedavide Flor Alternatifl 38

2.9.1.Kazein Fosfopeptit amorfoz Kalsiyum Fosfat (CPP-ACP) 39

2.9.2. Yağlar 40

2.9.3. Kitosan 40

2.9.4. Multivalent Metal İyonları 41

2.10. Dental Erozyon Teşhis ve Tedavisi 42

2.11. Konu İle İlgili Yapılmış Çalışmalar 48

3. GEREÇ VE YÖNTEM 60

3.1. Çalışmada kullanılan aletler ve deney örneklerinin hazırlanması 60

3.2. Yüzey mikrosertlik değerlendirilmesi 64

3.3. Deney ve Kontrol Gruplarının Oluşturulması 65

3.4. Çalışma Süresince Kullanılacak Deney Solüsyonlarının Hazırlanması 66

3.4.1. Remineralizasyon Grubu İçin Remineralizasyon Solüsyonunun Hazırlanması: 66

3.4.2. Yapay Tükürük Grubu İçin Yapay Tükürük Solüsyonunun Hazırlanması 66

3.4.3. Sitrik Asit Solüsyonunun Hazırlanması: 67

3.5. Çalışmada Kullanılan Deney Materyalleri: 67

3.5.1. Phytosphingosine (PHS) 68

3.5.2. Oral B Pro-Expertallaroundprotection Diş Macunu 68

3.5.3. Enamelon Anti –Erozive Jel 69

3.5.4. Enamelon Diş Macunu 69

3.5.5.Elmex Protection Erosion Diş Macunu 70

3.6. Deney Materyalleri Kullanılarak Tedavi Solüsyonlarının Hazırlanması 70

3.7. Deney Örneklerinin Tedavi Edilmesi 71

3.8. Mine Örneklerine Sitrik Asit Uygulanarak Erozyon Oluşturulması 72

3.9. Profilometre 72

3.10. İstatistiksel Analiz 73

4. BULGULAR 76

4.1. Mikrosertlik ölçüm bulguları 76

4.1.1. Remineralizasyon Grubuna Ait Mikrosertlik Ölçüm Bulguları 76

4.1.2. Yapay Tükürük Grubuna Ait Mikrosertlik Ölçüm Bulguları 84

4.1.3. PHS Remineralizasyon (R-PHS) ve Yapay Tükürük (YT-PHS) Gruplarının Mikrosertlik Değerlerinin Karşılaştırması 90

4.1.4. Oral B Remineralizasyon (R-Oral B) Ve Yapay Tükürük (YT-Oral B) Gruplarının Mikrosertlik Değerlerinin Karşılaştırması 92

4.1.5. Enamelon Jel Remineralizasyon (R-Enamelon Jel) ve Yapay Tükürük (YT-Enamelon Jel) Gruplarının Mikrosertlik Değerlerinin Karşılaştırması 94

4.1.6. Enamelon Jel/Macun Remineralizasyon (R-Enamelon Jel/Macun) ve Yapay Tükürük (YT-Enamelon Jel/Macun) Gruplarının Mikrosertlik Değerlerinin Karşılaştırması 96

4.1.7. Elmex Remineralizasyon (R-Elmex) ve Yapay Tükürük (YT-Elmex) Gruplarının Mikrosertlik Değerlerinin Karşılaştırması 98

4.1.8.Negatif Kontrol Remineralizasyon (R-Negatif Kontrol) ve yapay tükürük (YT-Negatif Kontrol) Gruplarının Mikrosertlik Değerlerinin Karşılaştırması 100

4.2. Profilometre Ölçüm Bulguları 102

4.2.1. Remineralizasyon Grubu Profilometre Ölçüm Bulguları 102

4.2.2. Yapay tükürük grubuna ait profilometre ölçüm bulguları 104

5.TARTIŞMA 109

6. SONUÇ VE ÖNERİLER 131

KAYNAKLAR 135

YAYINLAR 178

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
±	Ortalama
<	Küçüktür
=	Eşittir
>	Büyüktür
µm	Mikrometre
µM	Mikromol
α	Anlamlılık
ACP	Amorfoz Kalsiyum Fosat
AmF	Amin Florür
Ca^{2+}	Kalsiyum
CaF_2	Kalsiyum Florür
CPP-ACP	Kazein Fosfopeptit Amorfoz Kalsiyum Fosfat
CPP	Kazein Fosfopeptit
dk	Dakika
l	Litre
Zn	Çinko
F^-	Flor
GÖR	Gastro Özofajiyal Reflü
gr	Gram
H^+	Hidrojen
H_2CO_3	Karbonik asit
$H_2PO_4^-$	Dihidrojen fosfat
Hap	Hidroksiapatit
HCL	Hidroklorik asit
HCO_3^-	Hidrojen karbonat
HPO_4^{2-}	Hidrojen fosfat
KNO_3	Potasyum Nitrat
KHN	Knoop mikrosertlik
Kg	Kilogram

KSD	Knoop sertlik değeri
Mg	Miligram
Min	Minimum
Mm	Milimetre
ml	Mililitre
mmol	Milimol
NaF	Sodyum Flor
NaCl	Sodyum Hipoklorit
Ort	Ortalama
Ör	Örnek
p	Anlamlılık derecesi
pH	Ortamdaki hidrojen iyonlarının konsantrasyonu
pKa	Asit çözünme sabitinin negatif logaritması
PO_4^{2-}	Fosfat
S.S	Standart Sapma
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
s	Sayı
sn	Saniye
Sn^{+2}	Kalay
$SnCl_2$	Kalay Klorür
SnF2	Kalay Florür
Ti	Titanium
TiF_4	Titanium Tetraflorür
TMP	Sodium trimetafosfat
ÜÖS	Üst Özefageal Sfinkter
VSD	Vickers Sertlik Değeri
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
$ZnCO_3$	Çinko Karbonat

ŞEKİLLER

Şekil 2.1. Eroziv etkenden (6 dk %1 sitrik asit, pH 3,6) hemen sonra mine yüzeyinde görünen tipik bal peteği görünümü.

Şekil 2.2. Eroziv etkenin ardından (6 dk %1 sitrik asit, pH 3,6) 2 saat insan tükürüğünde bekletildikten sonra izlenen görüntü.

Şekil 2.3.1. 28 yaşında asidik içecek ve gastro özofajial reflü etiyolojisiyle üst santral dişlerin bukkal yüzeylerinde gerçekleşen erozyon.

Şekil 2.3.2. Asidik meyve ve sıkılmış taze meyve suyu tüketimi etiyolojisiyle alt küçük azı ve büyük azı dişlerinin bukkal yüzeylerinde görülen erozyon.

Şekil 2.4. Diş yüzeyine kıyasla daha yüksekte kalan restorasyon.

Şekil 2.5. 29 yaşındaki hastada gastro özofajial reflü hastalığı sebebiyle gerçekleşen şiddetli dental erozyon.

Şekil 2.6. Şiddetli madde kaybı bulunan hastanın üst çenesine full seramik alt çenesine ise veener uygulanması.

Şekil 3.1. Hassas kesim cihazıyla sığır diş kron ve köklerin birbirinden ayrılma işlemi.

Şekil 3.2. Stentwax içine gömülen sığır diş kronları.

Şekil 3.3. Su soğutmalı darbeli matkap.

Şekil 3.4. Silindir mine örneklerinin kalıp içerisine yerleştirilmesi.

Şekil 3.5. Silindir mine örneklerinin akrilik içerisine gömülmesi.

Şekil 3.6. Akrilik blokların zımparalanma işlemi.

Şekil 3.7. Zımparalanmanın ardından elde edilen deney örneği.

Şekil 3.8. Mikrosertlik Ölçüm Cihazı.

Şekil 3.9. PHS.

Şekil 3.10. Oral B all around protection.

Şekil 3.11. Enamelon Anti –Erozive Jel.

Şekil 3.12.Enamelon diş macunu.

Şekil 3.13.Elmex protection erosion diş macunu.

Şekil 3.14. Çalışmada kullanılan test tüp rotatörü.

Şekil 3.15. Test tüp rotatörü üzerinde iki dakika süre ile tedavi edilen mine örnekleri.

Şekil 3.16. Profilometre cihazı.

Şekil 3.17. Madde kayıp miktarının bilgisayar sisteminde görüntülenmesi.

Şekil 3.18. Remineralizasyon grubu işlem akış şeması.

Şekil 3.19. Yapay tükürük grubu işlem akış şeması.

Şekil 4.1. Remineralizasyon deney gruplarında izlenen mikrosertlik ölçüm değerleri: Başlangıç mikrosertlik ölçüm değerleri tüm gruplar için %100 olarak kabul edilmiş, günlerdeki değişimler yüzde olarak %KSD değişim= $KSD_{son\ ölçüm}/KSD_{ilk\ ölçüm}x100\%$ formülüne göre hesaplanmıştır.

Şekil 4.2. Yapay tükürük deney gruplarında izlenen mikrosertlik ölçğm değerleri: Başlangıç mikrosertlik ölçüm değerleri tüm gruplar için %100 olarak kabul edilmiş, günlerdeki değişimler yüzde olarak %KSD değişim= $KSD_{son\ ölçüm}/KSD_{ilk\ ölçüm}x100\%$ formülüne göre hesaplanmıştır.

Şekil 4.3. Reminerlizasyon grubu profilometre ölçüm değerleri.

Şekil 4.4. Yapay tükürük grubu profilometre değerleri.

TABLOLAR

Tablo 2.1. Piyasada bulunan eroziv potansiyele sahip bazı içeceklerin pH ve kalsiyum konsantrasyonları.

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan deneysel materyaller ve aktif içerikleri.

Tablo 4.1. Remineralizasyon grubuna ait başlangıç gün ortalama mikrosertlik ölçüm değerleri.

Tablo 4.2. Remineralizasyon grubuna ait üçüncü gün ortalama mikrosertlik ölçüm değerleri.

Tablo 4.3. Remineralizasyon grubu üçüncü gün mikrosertlik ölçümlerinin istatistiksel değerlendirilmesi (p değerleri).

Tablo 4.4. Remineralizasyon grubuna ait beşinci gün ortalama mikrosertlik değerleri.

Tablo 4.5. Remineralizasyon grubu 5. gün mikrosertlik ölçümlerinin istatistiksel değerlendirilmesi (p değerleri).

Tablo 4.6. Remineralizasyon grubuna ait 10. gün ortalama mikrosertlik değerleri.

Tablo 4.7. Remineralizasyon grubundaki materyallerin 10. gün mikrosertlik ölçümlerinin istatistiksel değerlendirilmesi (p değerleri).

Tablo 4.8. Yapay tükürük grubuna ait başlangıç gün mikrosertlik değerleri.

Tablo 4.9. Yapay tükürük grubuna ait üçüncü gün mikrosertlik değerleri.

Tablo 4.10. Yapay tükürük grubundaki materyallerin 3. gün mikrosertlik ölçümlerinin istatistiksel değerlendirilmesi (p değerleri).

Tablo 4.11. Yapay tükürük grubuna ait beşinci gün mikrosertlik değerleri.

Tablo 4.12. Yapay tükürük grubundaki materyallerin 5. gün mikrosertlik ölçümlerinin istatistiksel değerlendirilmesi (p değerleri).

Tablo 4.13. Yapay tükürük grubuna ait 10. gün mikrosertlik değerleri.

Tablo 4.14. Yapay tükürük grubundaki materyallerin 10. gün mikrosertlik ölçümlerinin istatistiksel değerlendirilmesi (p değerleri).

Tablo 4.15. PHS remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının başlangıç günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.16. PHS remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının üçüncü günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.17. PHS remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının beşinci günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.18. PHS remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının 10. günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.19. Oral B remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının başlangıç günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.20. Oral B remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının üçüncü gününde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.21. Oral B remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının beşinci gününde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.22. Oral B remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının 10. günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.23. Enamelon Jel remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının başlangıç günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.24. Enamelon jel remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının üçüncü günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.25. Enamelon Jel remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının beşinci günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.26. Enamelon jel remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının 10. günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.27. Enamelon Jel/Macun remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının başlangıç günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.28. Enamelon Jel/Macun remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının üçüncü günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.29. Enamelon Jel/Macun remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının beşinci günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.30. Enamelon Jel/Macun remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının 10. günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.31. Elmex remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının başlangıç günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.32. Elmex remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının üçünü günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.33. Elmex remineralizasyon grubu ve yapay tükürük gruplarının beşinci günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.34. Elmex remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının 10. günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.35. Negatif kontrol remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının başlangıç günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.36. Negatif kontrol remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının üçüncü gününde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.37. Negatif kontrol remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının beşinci günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.38. Negatif kontrol remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının 10. günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

Tablo 4.39. Remineralizasyon grubuna ait 10. gün profilometre ölçümleri.

Tablo 4.40. Remineralizasyon grubundaki materyallerin 10. gün profilometre değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi (p değerleri).

Tablo 4.41. Yapay tükürük grubuna ait 10.gün profilometre ölçüm değerleri.

Tablo 4.42. Yapay tükürük grubunun 10. gün profilometre değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi (p değerleri).

Tablo 4.43 Remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarında meydana gelen madde kayıp miktarlarının karşılaştırılması (μm; ortalama ± standart sapma). Her kolonda aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($p > 0.05$).

1. GİRİŞ

1908 yıllarında dental erozyon prevalansının %0.1 olduğunu bildiren Black, dental erozyon etiyolojisinin gelişimsel, sistemik veya dışsal kaynaklı olabileceği hipotezini ortaya atmıştır (Black, 1908). Gelişmiş ülkelerde diş çürüğü kaynaklı görülen sert doku kayıp oranı azalırken (Petersson and Bratthall, 1996) dental erozyon nedeni ile gerçekleşen sert doku kayıp oranı hızlı bir şekilde artmaktadır (Jaeggi and Lussi, 2006; Lussi and Carvalho, 2014). Son 20 yıl içinde yapılan epidemiyoloji çalışmaları incelendiğinde, dental erozyon prevalansındaki artışının özellikle popülasyonun genç kesiminde olduğu bildirilmiştir (Luo ve diğerleri, 2005; Battlett ve diğerleri, 2013, Öcal ve Özer, 2014). Özellikle son yıllarda dental erozyon ile ilgili çalışmalarda artış gözlenmesi dental erozyonun ciddi bir ağız diş sağlığı problemi olduğunu göstermektedir. Ancak bu artışın dental erozyon prevalans artışından mı (Nunn et al., 2003) yoksa konu ile ilgili toplum farkındalığının artmasıyla hastalık teşhisinin artışından mı kaynaklandığı bilinmemektedir (Lussi ve diğerleri, 1991; Downer, 1995; Zero and Lussi, 2005). Dental erozyona neden olacak beslenme alışkanlıkları ile yaşam stillerinde gözlenen değişiklikler nedeniyle dental erozyonun gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır (Cavadini ve diğerleri, 2000; O'Sullivan ve Curzon, 2000; Gurgel ve diğerleri, 2011). Beslenme alışkanlıklarının yanı sıra, gelişmiş ülkelerde ağız sağlığı konusunda önemli yere sahip olan diş çürüğünün önlenmesinde önemli başarı sağlanması, dental erozyonun daha fazla dikkat çekmesine böylelikle diş hekimleri ve dental araştırmacıların ilgi noktası haline gelmesine neden olmuştur.

Dental erozyon, asit atağı sonucunda, çevre sıvı fazın diş minesine oranla doymamış olduğu durumlarda meydana gelen diş sert doku kaybıdır (Larsen, 1990). Asit atağının uzun süre devam ettiği durumlarda, diş yüzeyinde görülebilir defekt oluşmasının yanı sıra, diş yüzeyinin fiziksel özelliği de değişebilmektedir (Ganss ve Lussi, 2014). Eroziv demineralizasyon sonucunda diş yapısının mikrosertliğinde anlamlı düzeyde azalma meydana gelmesi (Lussi ve diğerleri, 1995; Lussi ve diğerleri, 1997), geri kalan yumuşamış diş yüzeyinin mekanik kuvvetler karşısında savunmasız kalmasına yol açmaktadır (Attin ve diğerleri, 1997). Dental

erozyon sebebiyle meydana gelen diş sert doku kayıpları Uluslararası Hastalık Sınıflandırılmasında (International Classification of Disease) (WHO, 2010) yer alsa da, patolojik hastalık sınıfında yer almamaktadır. Diş çürükleri ve periodontitise benzemeksizin, diş erozyonu ömür boyunca meydana gelen, fizyolojik sert doku kaybı olarak açıklanmaktadır (Ganss ve Lussi, 2014).

'Dental erozyon' başlığı altında PubMed'de yayınlanan çalışmalar incelendiğinde 1970 yıllarında sadece beş çalışmanın yapıldığı, 1980'lerde bu sayının 10'a, 2000'lerde bu sayının önemli derecede artarak 60'lara ulaştığı, 2012 yılında ise bu sayının 100'ü aştığı ve bu artışın sadece dental erozyonda değil, diğer diş aşınmalarında da yaşandığı rapor edilmiştir (Lussi ve Carvalho, 2014). 'Diş aşınması', 'diş atrizyonu', 'diş abrazyonu' ve 'diş erozyonu' olarak PubMed'e bakıldığında 1970'lerde 40, 1980'lerde 50 ve 2000'li yıllarda 200 ve 2012 yılında ise bu sayının 250'yi aştığı görülmüştür (Lussi ve Carvalho, 2014). Bu durum dental erozyon veya eroziv diş aşınmalarında önemli derecede artış olduğu gerçeğini gözler önüne sermektedir. Son yıllarda araştırmacılar, dental erozyonun bu derece yaygınlık göstermesi nedeniyle asit atakları karşısında diş yüzeyini koruyabilecek anti-eroziv ajanlarının gerekliliği üzerinde durmaktadır.

Bu bağlamda *in-vitro* bir araştırma olarak planlanan tez çalışmamız iki farklı amaca yönelik planlanmıştır. Birinci amaç flor, kalay ve kitosan içerikli anti-eroziv özellikteki materyallere alternatif olabileceği düşünülen phytosphingiosine (PHS)'in etkinliğinin değerlendirilmesi ve gruplar arasında anti-eroziv etkisi en yüksek materyalin saptanmasıdır. İkinci amacımız ise uygulanacak olan materyallerin müsin varlığında ve yokluğunda koruyucu etkinliklerinin değerlendirilmesidir.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Diş Aşınması

2.1.1. Atrizyon

Atrizyon Latince bir kelime olan attrium kelimesinden türemiştir ve "bir cismi sürterek aşındırma" anlamına gelmektedir. Dental atrizyon yabancı bir etken olmaksızın okluzal ve aproksimal yüzeylerdeki diş dişe temas sonucunda gerçekleşen fizyolojik sert doku kaybı olarak tanımlanmaktadır ve bu durum hayat boyu devam eden bir süreçtir (Imfeld, 1996; Moss, 1998).

Atrizyonun erken dönem aşaması klinik olarak incelendiğinde, cilalı yüzey görünümünde pürüzsüz parlak düz faset görüntüsü, mikroskobik olarak incelendiğinde ise paralel seyreden çizik şeklinde izler görülmektedir (Kaidonis, 2008). Okluzal atrizyonda, antagonist dişle temas eden yüzeyde de aynı karakteristikte görüntü mevcuttur (Bartlett ve Smith, 2000). Şiddetli durumlarda, mine dokusunun tamamen ortadan kalkıp dentin yüzeyinin açığa çıkmasıyla lezyonun ilerleme hızının atabileceği düşünülmektedir (Litonjua ve diğerleri, 2003). Atrizyon kontakt halinde olan iki dişin birbiri ile teması sonucunda gerçekleşen iki gövdeli bir olaydır ve mekanik olarak abrazyon ile herhangi bir görüntü farklılığı yoktur. Ancak abrazyonda ortamda diş haricindeki etken maddenin yanı sıra aşınma sırasında ortama ayrışan mine partikülleride abraziv partikül niteliği taşıdığından, abrazyon üç gövdeli bir olay olarak düşünülmektedir (Xhonga, 1977; Eisenburger ve Addy, 2002)

İnsizal bölgelerde görülen aşınmalar genellikle atrizyon kaynaklıdır. Ancak bukkal, lingual ve aproksimal yüzeylerde de görülebilmektedir (Shellis ve Addy, 2014).

Kaidonis ve ark. (1998), yaptıkları bir çalışmada 10 > kilogram (kg) yük uygulanan, su ile ıslatılmış yüzeylerde, kuru veya tükürük ile ıslatılmış

yüzeylere nazaran daha yüksek oranda aşınma, 14kg < kuvvetlerde ise tükürük ile ıslatılmış yüzeylerde kuru yüzeylere göre daha yüksek oranda aşınma gerçekleştiğini bildirmişlerdir (Kaidonis ve diğerleri 1998). Eisenburger ve Addy (2002) *in-vitro* bir çalışmada 0.2-16 kg çiğneme yükü altında mine-mine yüzeyleri arasında meydana gelen atrizyonun, zaman ve uygulanan kuvvet, ortamda bulunan kaygan sıvı varlığı ve kimyasal özellikleri ile doğru orantılı olarak arttığını bulgulamışlardır (Eisenburger ve Addy, 2002). Burak ve ark. (1999) atrizyon mikroskobisini inceledikleri bir çalışma sonucunda, 6 kilodan 14 kiloya kadar yük altında dentin-dentin yüzeyleri arasında gerçekleşen atrizyon miktarının mine-mine yüzeyleri arasında gerçekleşen atrizyon miktarından daha yüksek oranda olduğunu, ancak 14 kilo yük altında eşit miktarda aşınma gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar düşük yükler altında meydana gelen dentin aşınma miktarının yüksek olmasını, dentin mineral içeriğinin mineye göre daha az olmasıyla ilgili olduğunu, yüksek yükler altında ise fibroz organik matriks içeriğinin kırılmayı engellediğini, mineralizasyonu yüksek olan minenin bu mekanizmadan yoksun olduğunu ileri sürmüşlerdir (Burak ve diğerleri, 1999).

2.1.2. Abrazyon

Abrazyon, Latince abrasum kelimesinden türeyen mekanik bir etkenin ve anormal alışkanlıkların neden olduğu diş sert doku kaybıdır (Moss, 1998). Sıklıkla yabancı cisimlerin ağıza sokulması ve dişlere temas etmesiyle oluşur. Bu durumlar, davranışsal alışkanlıklar ya da mesleki nedenlerle gerçekleşebilmektedir.

Dental literatürde abrazyon patolojik bir olay olarak tanımlanırken (Imfeld, 1996) çekirdek tüketimi, pipo kullanımı, tırnak yeme, kalem ısırma gibi faktörler keser dişlerin insizal yüzeylerinde girintili lezyonlar oluşturabilmekte (Sangnes, 1976) yanlış uygulanan diş fırçalama yöntemi de patolojik diş aşınmasına neden olabilmektedir (Shellis ve Addy, 2014). Batı ülkelerinde yapılan bazı *in-vitro* çalışmalar sonucunda abrazyona sebep olan nedenlerin başında diş macunları gösterilmektedir (Bartlett, 2000; Wiegand

ve diğerleri, 2009). Macunların yanısıra diş fırçalama şekli, sıklığı ve fırçalamaya ayrılan süre abrazyona neden olan faktörlerdir (Addy ve Hunter, 2003). Dentin, mineden daha yumuşak bir yapıya sahip olduğundan, abrazyona daha duyarlıdır (Wright, 1969). Bunun yanı sıra, modern avrupa ülkelerindeki beslenme şekilleri birçok dental sağlık problemine neden olduğu gibi, abrazyona da neden olabilmektedir (Kaifu ve diğerleri, 2003).

Abraziv gıdaları sıklıkla tüketen bireylerde mine tüberkülleri ortadan kalktığı zaman, dentinde mineye kıyasla daha hızlı abrazyon meydana gelmekte, çözünen dokular sebebiyle dişte fincan şekline benzer bir görüntü oluşmaktadır (Kaidonis, 2008).

2.1.3. Abfraksyon

Abfraksyon, Latince frangere, frengi, fractum kelimelerinden türemiştir ve ‘kırmak’ anlamına gelmektedir (Imfeld, 1996). İlk defa 1991 yılında Grippo tarafından tanımlanan ‘abfraksiyon’ terimi; çiğneme ve parafonksiyonel kuvvetlerin neden olduğu, mine-sement sınırında kama veya tipik olarak V şeklinde servikal bölgede görülen, özel bir aşınma şeklidir (Grippo, 1991; Moss,1998). Diş aksına ters yönde gelen eksantrik kuvvetler sonucu servikal bölgede oluşan gerilim, mine-sement sınırında mikro-çatlaklara sebep olur. Mikro-çatlakların sıklıkla mine yüzeyinde sınırlı kalması, gerilim kuvvetlerine karşı minenin fiziksel özelliklerinin dentine kıyasla daha dayanıksız olması ile açıklanmaktadır (Shellis ve Addy, 2014).

Gerilme ve sıkışma kuvvetleriyle dişlerin esnemesi sonucu yapısal özelliği zayıflayan kole bölgesi, abraziv ve eroziv aşınmalara duyarlı hale gelmekte, mekanik veya kimyasal etkenler sonucunda V şeklinde kama defektleri oluşmaktadır (Grippo, 1991).

2.1.4. Erozyon

Latince’de ‘erodore, erosi, erosium’ kelimelerinden türeyen ve ‘çürümek, yenmek’ anlamına gelen dental erozyon (Imfeld, 1996), ilk kez 1970 yılında Pindborg tarafından tanımlanmıştır (Lussi ve diğerleri, 2006).

Dental erozyon bakteri içermeksizin, diş yüzeyini çevreleyen iç veya dış kaynaklı asitlerin diş mineraline kıyasla doymamış olduğu durumlarda gerçekleşir (Larsen, 1990). Asit atağı devam ettiğinde, diş yüzeyinde gözle görünür defekt izlenir, ilerleyen durumlarda dentin açığa çıkabilir (Ganss ve diğerleri, 2013).

2.2. Dental Erozyonun Kimyası

Diş çürüğü hem yüzeyde hem de yüzey altı tabakada hasara neden olurken, dental erozyon diş çürüğüne benzemeksizin sadece yüzey bölgede gerçekleşen bir olgudur. Demineralizasyonun büyük bir kısmı diş yüzeyinde gerçekleşse de, dental erozyonun patofizyolojisi kompleks bir fenomendir (Lussi ve Carvalho, 2014). Ağız ortamına giren bir sıvı diş yüzeyine temas etmeden önce mine yüzeyini kaplayan pelikıla temas eder (Lussi ve Carvalho, 2014). Bakteriden yoksun, sert ve yumuşak dokuları saran ve yarı-geçirgen özelliğe sahip bir yapıda olan pelikıl; tükürükten gelen protein ve peptitlerin yanı sıra enzim, glikoprotein, karbonhidrat ve yağ içermektedir (Shellis ve Addy, 2014; Hannig ve Hannig, 2014). Pelikıl bariyerini aşan asidik sıvı, mine yüzeyine temas eder ve içeriğindeki Hidrojen (H^+) iyonu mine kristallerinde çözünmeye neden olur (Meurman ve Frank, 1991a). H^+ iyonu öncelikle prizma kılıfındaki, ardından prizma gövdesindeki kristallerin çözünmesine neden olur ve yüzeyde bal peteği görünümüne benzer bir yapı oluşur (Meurman ve Frank, 1991a). Shellis ve ark. (2013) eroziv çözünmenin eskiden bilinenin aksine mine yüzeyi ile sınırlı kalmadığını, bu tabakanın hemen altında kısmen demineralize olan yumuşamış mine katmanları arasında da gerçekleştiğini bildirmişlerdir (Shellis ve diğerleri, 2013). Yüzey tabakada sınırlı kalmayıp belli limitler dahilinde (birkaç mikrometre) yumuşamış yüzeyin tabakaları arasında da gerçekleşen bu demineralizasyon olgusu araştırmacılar tarafından 'Yüzey Bitişiği Lezyonu' (Near Surface Lesion) olarak adlandırılmıştır (Shellis ve diğerleri, 2013). Yüzey ve yüzey bitişiği demineralizasyon sürecinde diş sert dokusundan çözünen iyonlar, ortamın pH'ının artmasına neden olmaktadır (Lussi ve diğerleri, 2011). Ortamdaki Nerst tabakası olarak adlandırılan yarı durgun sıvı tabakasında meydana gelen iyon artışı sıvının doygunluğunun artmasına, böylelikle

minede meydana gelen demineralizasyonun durmasına neden olmaktadır (Shellis ve diğerleri, 2005). Ancak bu esnada yiyecek veya içecek tüketimi gerçekleşirse (ör. kişilerin ağzında çalkaladıkları içecek) Nerst tabakası doygunluğunu kaybeder, böylelikle diş minerallerinin çözünmesi devam eder (Shellis ve diğerleri, 2005).

2.3. Dental Erozyon Etiyolojisi

Dental erozyon etiyolojisi iç kaynaklı, dış kaynaklı ve diğer faktörler olmak üzere üç başlık altında incelenmektedir (Imfeld, 1996).

2.3.1. İçsel Faktörler

Kusma ya da regürjitasyon yoluyla gastrik sıvının özefagus boyunca ilerleyip ağız içine gelmesi, dental erozyona neden olabilmektedir (Moazzez ve Bartlett, 2014). Gastrik sıvının pH'sı diyet asitlerine göre daha asidik olduğundan, diş yüzeyinde meydana gelen sert doku kaybı daha şiddetlidir. İçsel faktörler sebebiyle gelişen dental erozyon genellikle ciddi boyutlardadır ve meydana gelen sert doku kaybının tedavi edilmesi hem daha pahalı hem de klinik olarak daha güçtür (Bartlett ve diğerleri, 1997; Bartlett, 2000).

2.3.1.1. Dental Erozyon ve Kusma

Mide içeriğinin kuvvetli bir biçimde ağza ulaşarak atılması olarak tanımlanan kusma, organik ya da psikosomatik bozukluklar sonucunda gerçekleşebilmektedir (Moazzez ve Bartlett, 2014).

Sürekli kusma sonucu ağızdan dışarı atılan ve yaklaşık 1-1.5 pH değerine sahip olan asidik mide içeriği, üst keser dişlerin palatinal yüzeylerinde dental erozyona sebep olur (Järvinen ve diğerleri, 1991; Dahshan ve diğerleri, 2002; Bartlett, 2006). Bir çalışmada dental erozyon görülme prevalansının kusma görülmeyen bireylere kıyasla, haftada bir kusma görünen bireylerde 4 kat, kronik kusma görülen bireylerde ise 18 kat daha fazla olduğu bildirilmişlerdir (Järvinen ve diğerleri, 1991).

2.3.1.2. Dental Erozyon ve Regürjitasyon

Regürjitasyon, gastrik ve özefagal içeriğin ani ve istemsiz olarak farinkse geri kaçışı olarak tanımlanmaktadır. Bunun sonucunda asidik içerik hipofarinkse veya ağıza ulaşabilmektedir. Regürjitasyon kusma ile karıştırılmaması gereken bir durumdur. Kusma, beyindeki kusma merkezi tarafından yönlendirilirken, regürjitasyon, üst özefageal sfinkterin (ÜÖS) rahatlaması veya yetersiz çalışması böylelikle mide içeriğinin artması ya da yetersiz mide basıncı sebebiyle gerçekleşir. Regürjitasyon neticesiyle ÜÖS'u geçen madde ağıza ulaşabildiği gibi, pulmoner dolaşım tarafından da aspire edilebilme riski taşır (Moazzez ve Bartlett, 2014).

2.3.1.3. Detal Erozyon ve Gastro Özofajial Reflü (GÖR)

Gastro özofajial Reflü gastrointestinal bir rahatsızlıktır, alt özefageal sfinkter kasın gevşemesi sonucu mide içeriğinin ağıza gelmesiyle sonuçlanan bir hastalıktır. Gün içinde kısa süreli ve özefagusta zarara neden olmayan GÖR atakları fizyolojik olarak değerlendirilir. Ancak mide içeriğinin özefagusa geri kaçarak hasara ve semptomlara yol açtığı durumlar GÖR hastalığı olarak sınıflandırılır (Vakil ve diğerleri, 2006).

GÖR ile dental erozyon arasındaki ilişki çocuk ve ergenler üzerinde birçok araştırma yapılarak incelenmiştir. Järvinen ve ark. (1988), 20 GÖR hastasını inceledikleri çalışma sonucunda, dört hastada dental erozyon saptayarak, hastalığı bulunan bireylerin, dental erozyon oluşmasında risk katagorisinde olduklarını bildirmişlerdir (Järvien ve diğerleri, 1988). Aine ve ark. (1993) 17 GÖR hastasını inceledikleri çalışma sonucunda, tüm bireylerde çeşitli derecelerde dental erozyon saptadıklarını rapor etmişlerdir (Aine ve diğerleri, 1993). Meurman ve ark. (1994) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, 117 hastanın %24 ünde dental erozyon saptandığı, hastalığın şiddeti arttıkça dental erozyon oluşma riskinin de arttığı görülmüştür (Meurman ve diğerleri, 1994). Pace ve ark. (2008) 17 farklı makale kullandıkları derlemede, GÖR hastalarının %24 ünde dental erozyon, dental

erozyona sahip hastaların ise %32.5'inde GÖR hastalığı olduğunu rapor etmişlerdir (Pace ve diğerleri, 2008).

2.3.1.4. Dental Erozyon ve Hamilelik

Hamilelik dönemi boyunca hormonal değişimlerin yanısıra beslenme alışkanlıklarında da değişiklikler yaşanmaktadır. Alışılagelmemiş yeni beslenme alışkanlıkları edinilmesi, doğum sonrasında da devam edebilmektedir. Özellikle hamileliğin ilk trimester döneminde yaşanan mide bulantıları sonucunda gerçekleşen kusma işlemi sonrasında, dişlerde erozyon oluşabilmektedir (Moazzez ve Bartlett, 2014).

2.3.1.5. Ruminasyon

Ruminasyon nadir görülen ve dental erozyona sebep olan bir hastalıktır. Oluşan erozyon görüntüsü mide asidi nedeniyle oluşan dental erozyon görüntüsü ile benzerdir. Bu hastalığı olan bireyler, yuttukları besinleri ağızlarına geri getirip tekrar çiğneyip yutarlar (Moazzez ve Bartlett, 2014). Ruminasyonun patofizyolojisi güç anlaşılmakla beraber bu konuda yapılan pek fazla sayıda çalışma yoktur. Genellikle kişiler bu durumdan utanmaları nedeniyle, hastalıklarını dile getirmemektedirler. Mide asidinden, ilk üst santral dişlerin palatinal yüzeyleri etkilenir. Beslenmenin ardından mideden ağız bölgesine ulaşan ve oldukça asidik olan gastrik sıvı dental erozyon oluşumuna neden olmaktadır (Moazzez ve Bartlett, 2014).

2.3.1.6. Kronik Alkolizm

Kronik alkolizm hayatı tehdit eden ciddi bir problemdir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından 2003 yılında, dünya genelindeki kronik alkolizm prevalansının %1.7 olduğu bildirilmiştir. Kronik alkolizm hastalarında, tüketilen alkol içeceği ile dişin direkt teması, alkol nedeniyle gelişen regürjitasyon ve gastro özofajial reflü veya alkole bağlı kusma sonucunda dental erozyon gelişebilmektedir (Moazzez ve Bartlett, 2014; Schlueter ve Tveit, 2014). Aşırı alkol tüketimi sonucu meydana gelen regürjitasyon dental

erozyon oluşumu açısından önemli bir risk faktörü oluşturmaktadır (Barbour ve Lussi, 2014). Elma şarabı (cider), karbonat veya şeker içerikli alkollü içecekler de dental erozyona sebep olmaktadır (Rees ve Davis, 2000; Rees ve Griffiths, 2002). Bunun yanı sıra kronik alkolizm hastaları genellikle düzenli olmayan ve asidik beslenme eğilimindedirler (Moazzez ve Bartlett, 2014). Smith ve Robb (1989) çalışmalarında kronik alkolizm hastası olan altı kişinin dişlerinin palatinal ve insizal bölgelerinde aşınma olduğunu gözlemişlerdir. Yine aynı araştırmacılar tarafından yapılan bir diğer klinik çalışmada ise, 37 kronik alkolizm hastasının %40'ında üst kesici dişlerin damak yüzeylerinde erozyon saptayarak kronik alkolizm hastalarında kontrol grubuna göre, anlamlı derecede daha fazla erozyon görüldüğünü bildirmişlerdir (Robb ve Smith, 1990).

Bu konuda yapılan yeterli sayıda çalışma olmasa da yapılan az sayıdaki çalışmalar dikkate alındığında, sık alkol tüketen bireylerde dental erozyon prevalansının yüksek olduğu görülmektedir (Moazzez ve Bartlett, 2014).

2.3.1.7. Beslenme Bozuklukları

Beslenme bozukluğu tıbbi herhangi bir neden olmaksızın yemek yemekten kaçınılan kalıcı, fiziksel veya psikososyal bozuklukların eşlik ettiği davranış bozukluğudur (Klein ve Walsh, 2004). Beslenme bozuklukları sınıfında yer alan ve diş hekimliği ile yakın ilişkili olan davranış bozuklukları 'bulimiya' ve 'anoreksia nervosa' olmak üzere iki'ye ayrılmaktadır (Klein ve Walsh, 2004). Anoreksiye ve bulimiya hastaları arasındaki farklar incelendiğinde her iki hastalıkta genellikle batı toplumlarında yaşayan insanlarda, zeka seviyesi yüksek bireylerde ve bayanlarda sıklıkla görülmektedir, anoreksiya nevroza hastaları genellikle ergenlik öncesinde görülürken bulimiya hastalığı ergenlik sonrasında görülmektedir. Anoreksiya nevroza hastalığı olan bireyler besin alımında kısıtlamalar yaparlar ve genellikle düşük kilo ağırlığındadırlar ancak bulimiya hastaları abartılı miktarda yiyecek tüketirler ve normal kilo ağırlığına sahiptirler (Moazzez ve Bartlett, 2014).

2.3.1.8. Anoreksiya Nervoza

Literatürde kelime anlamı olarak ‘iştah kaybı’ anlamına gelen Anoreksiya nevroza Yunanca ‘orexis’ kelimesinden türemiştir (Klein ve Walsh, 2004).Klinik olarak, ideal kilonun %85’inin altında olan bireylere anoreksiya nevroza tanısı koyulur. Hasta bedenini kilolu olarak gördüğünden aşırı derecede zayıf olduğu zamanlarda bile kilo vermek ister. Hasta zayıflama düşüncesi ile tatlı ve yüksek kalorili besinleri hayatından çıkarır, ve gıdaların kalorileri hakkında iyi bilgiler edinir (Moazzez ve Bartlett, 2014). Haftalar ve aylar süren bu dönem çevre tarafından fark edildiğinde kişi çoktan kontrolunu kaybetmiştir ve davranışının anormalliğinin farkında değildir. Hastalığını inkar eden bireyin zayıf olma düşüncesi obsesyona dönüşür. Obsesyonlar genellikle az oranda gıda tüketmek veya spor yapmakla ilgilidir (Moazzez ve Bartlett, 2014).

2.3.1.9. Bulimiya

Bulimiya yunanca bir kelime olan ve ‘öküz açlığı’ anlamına gelen ‘bous’ ve ‘limos’ kelimelerinden türemiştir (Moazzez ve Bartlett, 2014). Kişi hızlı ve kontrolsüz yemek yeme nöbetinin ardından kusma işlemini gerçekleştirir (Klein ve Walsh, 2004). Haftada iki veya daha fazla miktarda, üç ay boyunca yaşanan bu olay kişinin bulimiya hastası olduğuna tanı koymak için yeterlidir (Moazzez ve Bartlett, 2014). Vücut ağırlığı genellikle normal seyreder ancak normal kilonun altına düştüğü durumlarda hastalığa anoreksiya nevroza da eşlik edebilir (Moazzez ve Bartlett, 2014). Anoreksiya nervozadan farklı olarak bulimiya hastaları alkol ve uyuşturucu kullanımına daha çok eğilim göstermektedirler (Lilenfeld ve diğerleri, 2000). Bulimiya hastalarının ağız muayenesi sonucunda karşılaşılan tablo sıklıkla üst anterior dişlerin palatal ve okluzal yüzeylerinde erozyon gözlenmesidir (Scheutzel, 1996). Palatal yüzeyler erozyondan şiddetli olarak etkilenirken bukkal yüzeylerde erozyon nadir olarak görülür. Bu hastalar, dental erozyon ile karşılaşma riski yüksek hastalar gurubunda yer almaktadırlar (Moazzez ve Bartlett, 2014).

2.3.2. Dışsal Faktörler

Yiyecek ve içeceklerin erozyona neden olup olmamaları kimyasal ve fiziksel özellikleriyle ilişkilidir. Farklı asidik yiyecek ve içeceklerin *in-vivo* asiditeleri değerlendirilirken pH'ına, titre edilebilir asiditesine, tamponlama kapasitesine, Kalsiyum, Fosfat ve Flor içeriğine bakılmalıdır (Lussi ve Hellwig, 2014).

Kişinin davranış faktörleri (yeme, içme alışkanlıkları, asidik meyve ve sebze tüketim sıklığı, asidik yiyecek ve içeceklerin aşırı tüketimi ve ağız bakım alışkanlıkları), biyolojik faktörleri (tükürük akış hızı, tamponlama kapasitesi, kazanılmış plak, dental anatomi, yumuşak dokuların anatomisi, yumuşak doku fizyolojik hareketi) ve ağız bakım alışkanlıkları (diş macunu kompozisyonu, aşındırıcı özelliği, kullanım süresi ve sıklığı, ağız çalkalama solüsyonları ve diğer ürünlerin kullanımı) incelenmeli ve değerlendirilirken tüm bu faktörler ele alınmalıdır (Barbour ve Lussi, 2014).

2.3.2.1. Beslenme ve Dental Erozyon

Asidik içeceklerin eroziv potansiyellerini etkileyen faktörler, ürünün ph ve tamponlama kapasitesine, içeriğindeki asit tipine, ürünün dental yüzeye adezyonuna, kalsiyum, fosfat ve flor konsantrasyonuna bağlıdır (Barbour ve Lussi, 2014). Yapılan çalışmalarda farklı yiyecek ve içeceklerin farklı eroziv potansiyelleri olduğu görülmüştür (Lussi ve diğerleri, 2004; Barbour ve Lussi, 2014). İçeceğin veya gıdanın pH değeri, kalsiyum (Ca^{2+}) ve fosfat (PO_4^{2-}) içeriği; diş minerali karşısında doygunluğunu belirleyen yapılardır. Diş mineraline kıyasla daha doygun olan solüsyonlar diş sert dokuları üzerinde çözünmeye neden olmamaktadırlar (Barbour ve Lussi, 2014).

Millward ve ark. (1997), beş yaşında 101 çocuk üzerinde beslenmenin dental erozyon üzerindeki etkisini araştırdıkları bir çalışmada meyve suyu ve asitli içecek tüketimi ile dental erozyon arasında anlamlı ilişki olduğunu saptamışlardır (Millward ve diğerleri, 1997).

Lussi ve ark. (2004) yaptıkları bir çalışmada, çeşitli meyve ve meyve sularının dental erozyon oluşumuyla anlamlı derecede ilişkili olduğunu rapor etmişlerdir (Lussi ve diğerleri, 2004).

2.3.2.2. Asidik İlaçlar

Yüksek oranda titre edilebilir asit içeriğine ve düşük pH değerine sahip bir ilaç, sıklıkla ya da uzun sure kullanım sonucunda dental erozyona neden olabilmektedir (Hellwig ve Lussi, 2014). Bazı ilaçların yan etkileri olan tükürük akış hızını veya tamponlama kapasitesini azaltmaları, dolaylı olarak dental erozyon oluşumuna sebep verebilmektedir (ör: antihistaminik, antiemetik, antiparkinson veya sedatif ilaçlar) (Atkinson ve Wu, 1994; Cassolato ve Turnbull, 2003). Nunn ve ark. (2001), ağız yoluyla kullanılan sekiz adet sıvı ve iki adet suda çözünebilen ilacın pH ve titre edilebilir asit değerlerini karşılaştırdıkları bir çalışmadan elde ettikleri sonuçları değerlendirdiklerinde, sağlık profesyonellerinin; ağız yolu ile kullanılan sıvı ilaçların dental erozyon oluşturma potansiyellerini göze önünde bulundurarak sıvı ilaç yerine yutulabilir tablet ilaçları tercih etmeleri gerektiğini bildirmişlerdir (Nunn ve diğerleri, 2001).

Asidik ilaçlar içerisinde halk arasında en yaygın kullanılan ilaçlardan biri olan ve reçeteli veya reçetesiz olmak üzere piyasada bulunan C vitamini kullanımının günden güne arttığı görülmektedir (Hellwig ve Lussi, 2014). Vitaminler piyasada çiğneme tableti, şurup, suda eriyen C vitamini gibi çeşitli şekillerde bulunmaktadırlar (Giunta, 1983; Hellwig ve Lussi, 2014). Giunta, (1983) yayınladığı bir vaka raporunda çiğneme tableti olarak C vitamini kullanım sonrası, tükürük pH'ının 2'nin altına düştüğünü bildirmiştir (Giunta, 1983). Üretici firmalar arasında ilaçların pH değeri arasında farklılıklar olsa da, C vitaminleri genellikle yüksek asiditeye sahiptirler. Tabletlerin sert, büyük ve çiğnenebilir olması ağızda uzun süre kalmalarına, bu da diş ile temas sürelerinin uzamasına yol açmaktadır (Hellwig ve Lussi, 2014). Passon ve Jones (1986), 58 yaşında bir yıl süre boyunca 500mg çiğnenebilir C vitamin kullanan bir hastanın, tableti eriyene kadar yerleştirdiği üst ve alt sol kanin ve küçük azı bölgesinde şiddetli erozyon gözlediklerini bildirmişlerdir

(Passon ve Jones, 1986). Yapılan klinik çalışmalar sonucunda C vitamin kullanımının dental erozyon prevalansını arttırdığını rapor edilmiştir (O'Sullivan ve Curzon, 2000; Al-Dlaigan ve diğerleri, 2001). Buna karşın Meurman ve Murtoma (1986), normal tükürük akışına sahip bireylerde diş ile direkt temasından kaçınıldığında, C vitamin kullanımının dental erozyon açısından bir risk oluşturmadığını bildirmişlerdir (Meurman ve Murtoma, 1986).

Vitamin ilaçlarının yanı sıra, ağrı kesici olarak kullanılan toz ilaçların da dental erozyona neden olduğu bildirilmiştir (Rogalla ve diğerleri, 1992; McCracken ve O'neal, 2000; Hellwig ve Lussi, 2014). Rogalla ve ark. (1992), taramalı elektron mikroskobu ile dentin ve mine üzerinde yaptıkları gözlem sonucunda asetilsalisik asidin konsantrasyonu ve ilaca maruz kalma süresinin dental erozyonun şiddetinde önemli rol oynadığını ve diş yüzeylerindeki derin fissürlere ilaç artıklarının yapışıp eroziv etkilerinin uzun süre devam edebileceği konusunda dikkatli olunması gerektiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, bu ilaçların yanı sıra astım hastası bireylerin kullandığı ilaçların da dental erozyona neden olabileceğini eklemişlerdir (Rogalla ve diğerleri, 1992). McCracken ve O'Neal (2000), 30 yaşındaki bayan hastanın, baş ağrısı nedeniyle üç yıl boyunca aspirin içerikli toz ilaç kullanması sonucunda, alt küçük azı ve azı dişlerin okluzal yüzeylerinde şiddetli dental erozyon oluştuğunu rapor etmişlerdir (McCracken ve O'neal, 2000). Dugmore ve Rock (2003), uzun dönem beta iki adrenoreseptör (ör: albutamol, salmeterol veya terbulatine) uyarıcısı kullanımının tükürük akış hızını azalttığı, böylelikle tükürüğün koruyucu etkisini modifiye ettiğini, düz kasların rahatlaması için kullanılan bronkodilatörlerin de dental erozyona neden olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu hastaların kuru ağız nedeniyle ağızlarını ıslatmak veya ilaçların kötü tadını geçirmek amacıyla asitli içecek tüketimlerini arttırabilme olasılıklarına dikkat çekseler de, tüm astım ilaçların asidik olmadıklarından dental erozyon oluşturmayacaklarını eklemişlerdir (Dugmore ve Rock, 2003). Lussi ve ark. (2012a) asetilsalisik asit, C vitamini, tartarik asit ve sitrik asit monohidrat içerikli ilaçların düşük pH, düşük tamponlama kapasitesi, düşük flor ve kalsiyum içerdiklerin

nedeniyle dental erozyon açısından risk taşıdıklarını bildirmişlerdir (Lussi ve diğerleri, 2012a).

Mide problemi yaşayan insanların hidroklorik asit (HCL) tablet kullanımı sonucunda da dental erozyon oluşabilmektedir (Hellwig ve Lussi, 2014). Maron (1996) hidroklorik asit tabletlerini yutmak yerine beş yıl boyunca emerek kullanan bayan hastada şiddetli dental erozyon saptadıklarını ve asidik tabletlerin şiddetli erozyona neden olabileceğinden doktorların bu durumu göz ardı etmemeleri gerektiğini bildirmiştir (Maron, 1996).

Maguire ve ark. (2007) 97 adet pediatri ilacının dental erozyon üzerindeki etkilerini incelemişler, ilaçların %75'inin pH'sının 5.5'den düşük olduğunu ve dental erozyona neden olabildiklerini bildirmişlerdir (Maguire ve diğerleri, 2007). Neves ve ark. (2010), Brezilyada kullanılmakta olan 40 adet pediatrik ilacın sadece iki tanesinin dental erozyona neden olmadığını, geri kalanların dental erozyon açısından risk oluşturduklarını bildirmişlerdir (Neves ve diğerleri, 2010).

Kullanılan ilaçlardan veya tükürük bezlerindeki işlev bozuklukları nedeniyle ağız kuruluğu yaşayan hastalar tükürük salgısının azalmasından yaşadıkları rahatsızlığı gidermek amacıyla sık sık sıvı tüketirler (Hellwig ve Lussi, 2014). Ağız kuruluğu; antidepresan, antihipertansif, antipsikotik ve antihistaminik (Atkinson ve Wu, 1994; Cassolato ve Turnbull, 2003) gibi çok çeşitli ilaçların yan etkisidir. Bu sorun ağız boşluğu, baş ve boyun bölgeleri için radyoterapi gören hastalar ile Sjögren sendromu yaşayan hastalarda görülen en yaygın şikayetlerdendir. Bu hastalarda tükürüğün koruyucu etkisinin sınırlı olması nedeniyle kullanılacak düşük pH değerli ve yüksek miktarlarda titre edilebilir asit içeren alternatifler veya ağız bakım ürünleri (ör: ağız çalkalama suyu, flor içerikli jeller, vb.) diş sert dokusunun artan oranda demineralizasyonuna yol açacaktır (Kielbassa ve diğerleri, 2001; Meyer ve Kielbassa, 2002). Samarawickrama (2002), tükürük salgılanma bozukluğu olan kişilerin ağız kuruluğuyla başa çıkabilmeleri için doğal tükürük bileşimine benzer elektrolitler içeren nötr pH değerine sahip, tükürük alternatifi bir madde kullanmaları gerektiğini belirtmiştir (Samarawickrama,

2002). Kielbassa ve ark. (2001) pH 4.15 değerine sahip Biotone ve pH 4.08 değerine sahip Glandosane'ın dentin ve diş minesinde mineral kaybına yol açtığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar müsin, fosfat ve kalsiyum içeren florlü tükürük alternatiflerinin ağır kserostomi semptomlarını rahatlatma konusunda başarılı olacağı sonucuna varmışlardır (Kielbassa ve diğerleri, 2001).

2.3.3. Biyolojik Faktörler

Dental erozyon ile ilişkili olan biyolojik faktörler arasında tükürük özelliği, kazanılmış pelikıl, ağız bakım ürünleri ve ilaçlar, diş yapısı, diş pozisyonu ve yumuşak dokular yer almaktadır (Zero, 1996; Zero ve Lussi, 2000). Biyolojik faktörler dental erozyona neden oldukları gibi, bu durumdan korunmaya, hastalığı kontrol altına almaya hatta dental erozyonun iyileşmesini de sağlayabilmektedir (Zero ve Lussi, 2000).

2.3.3.1. Dental Erozyon Üzerinde Tükürüğün Etkisi

Biyolojik faktörler arasında dental erozyon oluşması ile ilgili en önemli faktör tükürük içeriğidir (Hara ve Zero, 2014). Tükürük;

- ✓ Dental erozyona neden olan eroziv ajan üzerine direkt etki yaparak eroziv etkenin temizlenmesine, nötralize olmasına ve asitlerin tamponlanmasına yardımcı olur,
- ✓ Diş yüzeyini sararak (dental pelikıl) dişin koruyucu membranı olarak görev alır,
- ✓ İçeriğindeki kalsiyum, fosfat ve flor yardımı ile erozyona uğramış mine ve dentin üzerinde demineralizasyon hızını azaltarak remineralizasyonu sağlar (Hara ve Zero, 2014).

Tükürük parametrelerinin kilit noktası, tükürüğün koruyuculuğunun klinik olarak en iyi belirtisi olan akış hızıdır (Tenovuo, 1997). Bir günde üretilen 0.5 ile 1.5 litre arasında değişmekte olan stimule olmamış tükürük akış hızı 0.3ml/dk'dır (Hara ve Zero, 2014).

2.3.3.2. Dental Erozyon Öncesinde Tükürüğün Etkisi

Tükürük, dental erozyon karşısındaki koruyucu etkisine daha asit atağı gerçekleşmeden önce gıdanın kokusu (Lee ve Linden, 1992; Engelen ve diğerleri, 2003) veya görüntüsü karşısında, akış hızını arttırarak başlar (Christensen ve Navazesh, 1984). Özellikle ekşi gıdalar tükürük akış hızının artmasında oldukça etkilidirler (Christensen ve Navazesh, 1984; Lee ve Linden, 1992). Hipersalivasyon kusma gerçekleştikten sonra beyindeki kusma merkezinin uyarıları sonucunda da gerçekleşebilmektedir (Lee ve Feldman, 1998). Özellikle bulimiya, anoreksiya nervosa, ruminasyon ve kronik alkolizm hastalarında hipersalivasyon görülmekte böylelikle akış hızının artmasıyla dental erozyona neden olan gastrik kaynaklı asidin zararlı etkileri azalabilmektedir (Hara ve Zero, 2014). Akış hızının artmasıyla tükürüğün içeriğinde bulunan organik ve inorganik bileşenler eroziv atağı engellemede veya zararlı etkilerini minimal düzeye indirmede yardımcı olmaktadırlar (Hara ve Zero, 2014). Dental erozyon sürecinde en etkili tükürük bileşenleri karbonik asit (H_2CO_3)/hidrojen karbonat (HCO_3^-) , dihidrojen fosfat($H_2PO_4^-$), hidrojen fosfat(HPO_4^{2-}), kalsiyum(Ca^{2+}) ve flor(F^-)'dür (Larsen ve Pearce, 2003; Dodds ve diğerleri, 2005). Bu iyonlar tükürüğün tamponlama kapasitesini arttırmada ve dişin yapı bütünlüğünü sağlamada görev alır (Dawes ve Kubieniec, 2004). HCO_3^- tükürük tamponlamasını sağlayan temel elementtir ve uyarılmamış durumda 5 mmol/l iken uyarılmış tükürük içerisinde 60mmol/l konsantrasyonuna ulaşabilmektedir. Dihidrojen fosfat konsantrasyonu ise buna ters olarak uyarılmamış durumda 5mmol/l konsantrasyona sahipken uyarılmış tükürük içerisinde 3 mmol/l'e düşebilmektedir (Ferguson, 1996).

2.3.3.3. Dental Erozyon Sırasında Tükürüğün Etkisi

Yapılan *in-vitro* ve *in-vivo* çalışmalar sonucunda farklı donörlerden elde edilen tükürük örneklerinin dental erozyonun oluşumu üzerine koruyucu etkinlikleri incelendiğinde, kişiler arasında farklılıklar olduğu görülmüştür (Wetton ve diğerleri, 2007; Bruvo ve diğerleri, 2009; Jager ve diğerleri, 2011).

Asit ağıza ulaştığı anda tükürük dişi korumak üzere devreye girer. Tükürük akış hızının uyarılması genellikle mekanik ve kimyasal uyaranlar sonucunda gerçekleşir (Hara ve Zero, 2014). Eroziv potansiyele sahip yiyecek ve içecekler tükürük akış hızı üzerinde daha güçlü etkiye sahiptirler (Lussi ve diğerleri, 2012b). Yapılan bir çalışma sonucunda beş dk boyunca her 30 sn bir dil üzerine üç damla 4% lük sitrik asit damlatılmasının 0.38ml/dk olan tükürük akış hızını 1.87 ml/dk'ya çıkardığı ve aradaki farkın anlamlı olduğu gösterilmiştir (Engelen ve diğerleri, 2003). Çiğneme fonksiyonu da tükürük akış hızının artmasına yardımcı olmaktadır (Yeh ve diğerleri, 2000). Ağız uyaranlarına bağlı olarak farklı tükürük bezlerinin uyarılmasıyla tükürük akış hızı ve kompozisyonunda çeşitlilik görülebilmekte ve tükürük koruyuculuk düzeyi etkilenebilmektedir (Engelen ve diğerleri, 2003).

Tükürük akış hızının düşük olmasının tükürüğün nötralize edici etkisini ve tamponlama kapasitesini azaltarak dental erozyon oluşumuna olanak sağladığı yapılan çalışmalar sonucunda görülmüştür (Järvinen ve diğerleri, 1991; Meurman ve diğerleri, 1994). Ağızda bulunan asidin temizlenmesi kişiye bağlı bir özellik olsa da gıdanın yoğunluğu ve gıdanın ağızdaki konumu da önemlidir. Ağız içerisinde tükürüğün az olduğu veya seröz tükürüğe kıyasla müköz tükürüğün fazla olduğu bölgelerde dental erozyon oluşumunun daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Young ve Khan, 2002). Lussi ve ark. (2012), portakal suyu tüketimi ardından düşen pH'in başlangıç seviyesine dönmesi, maksiller keser dişe nazaran, parotis tükürük bezine yakın olan ikinci küçük azı dişinde anlamlı olarak daha hızlı olduğunu bildirmişlerdir (Lussi ve diğerleri, 2012a). pH elektrod kullanılarak yapılan *in-vivo* bir çalışma sonucunda tükürüğün diş yüzeyindeki asidi nötralize etme

veya temizleme süresinin iki ile beş dk arasında olduğu sonucuna varılmıştır (Millward ve diğerleri, 1997). Barlett ve ark. (2003)'nın bu süreyi 3 ile 7 dk arasında buldukları benzer bir çalışma sonucunda tamponlama veya temizleme kapasitesinin kişiye özgü bir olgu olduğunu ve ciddi farklılıkların görülebildiğini bildirmişlerdir (Bartlett ve diğerleri, 2003). Wetton ve ark. (2007) farklı kişilerden alınan tükürük örneklerinin mine ve dentin erozyonu üzerine olan etkilerini inceledikleri bir çalışma sonucunda farklı donörlerden elde edilen örneklerin koruyucu etkilerinin birbirinden farklı olduklarını bildirmişlerdir (Wetton ve diğerleri, 2007).

Portakal suyu tüketen ve erozyonu bulunan kişilerde erozyonu bulunmayan kişilere kıyasla, tükürük pH değerlerinde daha fazla düşüş gerçekleştiği bildirilen bir çalışma sonucunda araştırmacılar, dental erozyonu bulunan bireylerin sağlıklı kişilere kıyasla, yüksek risk grubunda olduklarını bildirmişlerdir (Lussi ve diğerleri, 2012a).

2.3.3.4. Dental Erozyon ve Pelikıl

Tükürük diş yüzeyinde pelikıl adı verilen protein bazlı dinamik bir yapı oluşumunu sağlar. Pelikıl içeriğinde müsin glikoprotein, protein ve çeşitli enzim bulunan ve bakteri içermeyen biyofilm tabakasıdır (Hanning ve Hanning, 2014). Pelikıl diş yüzeyi ile ağız ortamı arasındaki ara mediyatör olarak difüzyon bariyeri görevi alır. Pelikıl içerisine abzorbe edilen proteinler H^+ iyonlarının ya da asit ataklarının diş yüzeyine direk temasını engellemeye yardımcı olurlar (Amaechi ve diğerleri, 1999a; Hannig ve Joiner, 2006; Siqueira ve diğerleri, 2012). Tükürük kaynaklı oluşan kazanılmış pelikıl dental erozyonun fizyolojik olarak engellenmesini sağlayan temel unsurlarından biridir. Kazanılmış pelikıl sayesinde asitlerin diş yüzeyi ile direkt temasının engellendiği, böylelikle hidroksiapatit (HAp) kristallerinin çözünmesini azaldığı belirtilmiştir (Hanning, 1999). Kazanılmış pelikıl macunlu fırçalama, profilaktik ve kimyasal uygulama sonucunda diş yüzeyinden uzaklaşsa da kısa süre içerisinde tekrar oluşur.

Hara ve ark. (2006a) yaptıkları *in-vivo* bir çalışmada iki saatte oluşan pelikılın, 10 dakika portakal suyuyla temasta ilk 10 dk demineralizasyonu azalttığı ancak 20 veya 30. dk'larda koruyuculuk özelliğinin kalmadığı gösterilmiştir (Hara ve diğerleri, 2006a)

Moazzez ve ark. (2014) dental erozyonu bulunan ve bulunmayan kişileri dahil ettikleri çalışmalarında bir saatte oluşan pelikılın dental erozyon üzerindeki koruyucu etkisini incelenmişlerdir. Araştırmacılar çalışma sonucunda dental erozyonu bulunmayan kişilerde oluşan pelikılın dental erozyonu karşısında daha koruyucu etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir (Moazzez ve diğerleri, 2014).

Pelikılın dental erozyona olan koruyucu etkisinin, pelikıl içeriği, kalınlığı, olgunluğu ve asit atağının şiddeti ile ilişkili olduğu bildirilse de (Hara ve Zero, 2014) yapılan bazı çalışmalar pelikıl kalınlığının asit atağına karşı koruyucu potansiyeli üzerinde etkili olmadığı sonucuna varmışlardır (Amaechi ve diğerleri, 1999b; Hanning ve Balz, 1999). Bu nedenle pelikıl kalınlığının dental erozyon üzerindeki etkisini belirlemek için daha detaylı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

2.3.3.5. Dental Erozyon Sonrasında Tükürüğün Etkisi

Eroziv ajan nötralize olduktan ya da diş yüzeyinden temizlendikten sonra tükürük içerisinde bulunan kalsiyum ve fosfat erozyona uğramış minenin remineralize olmasına yardımcı olur (Zero ve diğerleri, 1994). Remineralizasyonun oluşumunda en önemli unsur ortamda flor iyonu bulunmasıdır (Hara ve diğerleri, 2009). Remineralizasyon süresinin araştırıldığı bir çalışmada, mine örnekleri iki saat boyunca sitrik asit ile erozyona uğratıldıktan sonra yapay tükürük içerisinde bekletilmiş ve bir-dört saat içerisinde kısmı remineralizasyon, 6-24 saat sonrasında ise tam remineralizasyon gözlenmiştir (Eisenburger ve diğerleri, 2001).

2.3.4. Kimyasal Faktörler

Araştırmacılar asidik yiyecek veya içeceğin eroziv potansiyelinin sadece pH'sına bağlı olmadığı, bunun yanı sıra içeriğindeki kalsiyum, fosfat $(PO_4)^3$ ve flor $(F)^-$ konsantrasyonu, tamponlama kapasitesi, diş yüzeylerine adezyonu ve içeriğindeki asit tipinin de önemli derecede etkili olduğunu göstermişlerdir (Larsen ve Nyvad, 1999; Attin ve diğerleri, 2003; Ganss ve diğerleri, 2004a; Attin ve diğerleri, 2005; Barbour ve Lussi, 2014).

2.3.4.1. Ürünün Kalsiyum, Fosfat ve Flor Konsantrasyonu

Yiyecek veya içeceğin kalsiyum ve fosfat içeriği, erozyon oluşturma potansiyeli ile yakından ilgilidir (Barbour ve Lussi, 2014). Larsen (1973), yiyecek veya içeceğin kalsiyum, fosfat ve flor konsantrasyonunun diş sert dokularına kıyasla doymuş olmasının, madde kaybını etkilemede önemli olduğunu bildirmiştir (Larsen, 1973). Milosevic ve ark. (1997) 2.4 ile 4.5 pH değerine sahip içeceklerin dental erozyon üzerindeki etkisini araştırdıkları bir çalışmada, dental erozyon ile içecekler arasında anlamlı bir ilişki bulunmamasını, içeceklerin tamponlama kapasitesine, kalsiyum, fosfat ve flor içeriğine bağlamışlardır (Milosevic ve diğerleri, 1997). Örneğin yoğurt düşük pH değerine (pH 4.0 civarı) sahip olsa da yüksek oranda kalsiyum ve fosfat içeriği nedeniyle, apatit karşısında doymuş olması nedeniyle erozyona neden olmamaktadır (Barbour ve Lussi, 2014).

Bu bağlamda günümüzde içeceğe bazı iyonlar eklenmesiyle eroziv potansiyel azaltılmaktadır (Magalhães ve diğerleri, 2009). Bu iyonlardan en etkili olan kalsiyum iyonudur (Magalhães ve diğerleri, 2009). Yapılan çalışmalarda meyve bazlı içeceklere kalsiyum karbonat eklenmesiyle, içeceğin eroziv potansiyelinin azaltıldığı yine kalsiyum eklenmesiyle de ürünün pH'ının arttığı rapor edilmiştir (Hughes ve diğerleri, 1999a, West ve diğeri, 1999, Hughes ve diğerleri, 1999b). Nitekim yapılan başka bir çalışmada içeceğe kalsiyum sitrat, kalsiyum trifosfat (Jensdottir ve diğerleri, 2007) veya kalsiyum gliserfosfat eklenmesinin, içeceğin eroziv potansiyelini

azalttığı rapor edilmiştir (Barbosa ve diğerleri, 2012). Wegehaupt ve ark. (2011) içerisine kalsiyum ekledikleri portakal suyunun, sade portakal suyuna oranla çok daha az dental erozyona neden olduğunu bildirmişlerdir (Wegehaupt ve diğerleri, 2011).

Yapılan *in-vitro* çalışmalar sonucunda sporcu içeceklerinin de eroziv potansiyele sahip olduğu bildirilmiştir (Meurman ve diğerleri, 1996; Lussi ve diğerleri, 2012b). Bu içecekler özellikle aktivite sırasında dehidrate haldeyken tüketildiğinde daha zararlı etkiye neden olmaktadırlar (Sorvari ve diğerleri, 1996; Lussi ve diğerleri, 2012b). Sporcu içeceklerine kalsiyum eklenmesi dental erozyonu azalttığı gibi içeceğin pH'ını da arttırmaktadır (Hooper ve diğerleri, 2004;Venables ve diğerleri, 2005). Yapılan *in-vitro* çalışmalarda içecek içerisine kazein fosfopeptit amorfoz kalsiyum fosfat (CPP-ACP) eklenmesinin eroziv etkiyi azalttığı görülmüştür (Ramalingam ve diğerleri, 2005; Manton ve diğerleri, 2010). Ancak ürünlere eklenen kalsiyum ilavesi, içeceğin eroziv etkisini azaltsa da, tadında değişiklik yaratması bu yöntemin pek kabul görmemesine neden olmuştur (Wegehaupt ve diğerleri, 2011, Barbour ve Lussi, 2014).

İçeceklerin yanı sıra asidik şeker tüketimi de dental erozyona neden olabilmektedir (Davies ve diğerleri, 2008; Wagoner ve diğerleri, 2009; Brand ve diğerleri, 2010). Ancak meyve özlü şekere kalsiyum laktat ilavesi ile şeker eridikçe tükürükte artan kalsiyum seviyesi, ürünün eroziv etkisini azaltmaktadır (Jensdottir ve diğerleri, 2007). Tabloda pH'ya sahip olsada içerisine kalsiyum ilave edilmesi ile eroziv etkisi azaltılmış içecekler gösterilmiştir (Barbour ve Lussi, 2014) (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. Piyasada bulunan eroziv potansiyele sahip bazı içeceklerin pH ve kalsiyum konsantrasyonları (Barbour ve Lussi, 2014).

Piyasada Bulunan İçecek	pH	Eklenen Kalsiyum mg/l
Ribena Frenk Üzüm Suyu	3.7-4.0	630
Ribena Elma Suyu	3.7-4.0	440
Ribena Dut Suyu	3.7-4.0	400
Ribena Çilek Suyu	3.7-4.0	400
Ribena Tropikal Portakal Suyu	3.7-4.0	200

2.3.4.2. Ürünün Diş Yüzeyine Adezyonu

Erozyon sürecinde asidik ortamın fiziksel özelliği de göz ardı edilmemesi gereken bir konudur. İçeceklerin termodinamik özellikleri diş yüzeyine bağlanmada önemli rol oynar. Adezyon özelliği yüksek asidik içerikli içeceklerin, diş yüzeyinde daha uzun süre kalabilmeleri nedeniyle eroziv potansiyeli yüksek olarak görülmektedir (Barbour ve Lussi, 2014). Yine fiziksel olarak yoğunluğu fazla bir içecek de ağız içerisinde daha uzun süre kalacağından eroziv etkisi yüksek olacaktır (Barbour ve Lussi, 2014). Bu bağlamda meyve suları, kola ürünlerine kıyasla içeriğindeki asit tipi ve yoğunluklarının fazla olması nedeniyle erozyon potansiyeli daha yüksek içecekler olarak kabul edilmektedir (Edwards ve diğerleri, 1999).

2.3.5. Davranışsal Faktörler

Yıllar boyunca yaşam şekilleri değiştikçe asidik yiyecek ve içeceklerin tüketim miktarı ve sıklığı da farklılaşmaktadır. Son 20 yılda Amerika Birleşik devletlerindeki soft içecek tüketim miktarında çok ciddi artış olduğu görülmüştür (Cavadini ve diğerleri, 2000). İkram edilen içecek miktarının 1950'lerin sonunda 185 gr, 1960'ların sonunda 340gr, 1990'yıllarında ise 570gr'a kadar ulaştığı rapor edilmiştir (Cavadini ve diğerleri, 2000). 1995 yıllarında Amerika Birleşik Devletleri'nde okullarda yapılan bir çalışmada öğrencilerin yetişkin bir bireyin tüketebileceği

boyuttaki soft bir içeceği günde en az bir kere tükettiği görülmüştür (Gleason ve Suitor, 2001). 2007 yılında tüm dünya genelinde yıllık soft içecek tüketim miktarının 552 bilyon litreye ulaştığı, bunun da kişi başına yıllık 83 litre'ye, 2012 yılında ise 95 litreye denk geldiği bildirilmiştir (Xiaojie ve Lussi, 2012) Amerika Birleşik Devletlerinde ise 2009 yılında bile kişi başına düşen bu değerin 212'litre olduğu bildirilmiştir (Packer, 2009). Çocuk ve ergenler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda kötü alışkanlıkların (örneğin içeceğin ağızda çalkalanması) da devreye girmesiyle günlük tüketilen asitli içecek miktarı ile dental erozyon gelişimi ve ilerleyişi arasında bağlantı olduğu sonucuna varılmıştır (Lussi ve diğerleri, 1995, O'Sullivan ve Curzon, 2000). Johansson ve ark. (2002) içeceğin içiliş biçimi ve ağız içerisinde bekletme süresi ile dental erozyon oluşumu arasında önemli bir bağlantı olduğunu bildirmişlerdir (Johansson ve diğerleri, 2002)

Järvinen ve ark. (1991) sağlıklı olduğu düşünülerek günde bir veya daha fazla narenciye tüketiminin, dental erozyona neden olduğunu rapor etmişlerdir (Järvinen ve diğerleri, 1991). Bunun yanı sıra bitki çaylarının aşırı miktarda tüketilmesi sağlıklı olarak düşünülse de, bu içecekler portakal suyu tüketiminden daha fazla eroziv etkiye sahip olabilmektedir (Phelan ve Rees, 2003). Sağlıklı yaşam biçimi, paradoks oluşturacak şekilde diş erozyonu gibi dental problemlere neden olabilmektedir. Bol meyve ve sebzeyi içeren sağlıklı gıda tüketimi, periodontal hastalıkları veya diş çürüğünü önleme adına normalden daha fazla diş fırçalama, ağız bakım ürünlerini sıklıkla kullanma gibi faktörler neticesinde de dental erozyon gelişebilmektedir (Zero ve Lussi, 2006).

Bu çalışmalara ters olarak davranış biçimleri ile dental erozyon arasında zayıf bir bağlantı olduğunu öne süren çalışma da mevcuttur (Jaeggi ve Lussi, 1999). Çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmesinin; düzenlenen anket formlarındaki farklılıklar, kullanılan istatistiksel hesaplanma yöntemleri veya popülasyon seçimi gibi faktörlerin farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir (Barbour ve Lussi, 2014).

2.3.5.1. Mesleki ve Sportif Faktörler

Bazı durumlarda kişilerin mesleği veya hobileri de dental erozyon oluşumunda etkili olabilmektedir. Çalışma ortamında ya da bazı fiziksel aktiviteler esnasında, organik veya inorganik asitlere maruz kalmak, dental erozyon oluşumunu etkileyebilmektedir (Barbour ve Lussi, 2014). Yapılan bir çalışmada asit fabrikasında çalışan işçilerin üst çenelerinde kontrol grubuna kıyasla anlamlı olarak daha fazla dental erozyon bulunduğu ve üst çenede bulunan dişlerin alt çenedeki dişlere oranla daha fazla etkilendikleri rapor edilmiştir (Tuominen ve diğerleri, 1989). Organik ve inorganik asitlerin dental erozyon üzerindeki etkilerinin incelendiği benzer bir çalışmada, 88'i asidik buhara maruz kalan, 81'i (asidik buhara maruz kalmayan) kontrol grubunda olmak üzere toplam 169 kişi çalışmaya dahil edilmiştir. Araştırmacılar inorganik aside maruz kalanların %63'ünde, organik aside maruz kalanların %50'sinde diş yüzeylerinde sert doku kaybı gözlerken, kontrol grubunda bu değerin %25 olduğunu bildirmişlerdir (Tuominen ve diğerleri, 1991). Yine benzer bir çalışmada alman pil fabrikasında çalışan ve sülfürik aside (0.4-4.1mg/cm^3) maruz kalan kişilerde dental erozyon ve atrizyon prevalansı incelenmiştir. Araştırmacılar çalışanların birçoğunda protez kronların varlığı, asit etken nedeniyle oluşan dental erozyon tedavisi olarak yapıldığı, bu bulgular sonucunda da, sülfürük aside maruz kalınmasının şiddetli erozyon ve atrizyona neden verebileceğini rapor etmişlerdir (Petersen ve Gormsen, 1991). Arowojolu (2001), Nijerya'da bir pil fabrikasında çalışan insanlarla, araba mekanikleri arasında dental erozyon prevalansını karşılaştırmıştır. Araştırmacı, pil fabrikasında çalışan kişilerin %41'inde dental erozyon saptarken, araba mekaniklerinin sadece %3'ünde dental erozyon tespit ettiği çalışma sonucunda pil fabrikasında çalışan insanların yüksek asitlere ve dumana maruz kalmalarından ötürü dental erozyon açısından risk faktörü sınıfında yer aldıklarını, kişilerin bu konuda eğitilmeleri gerektiğinin çok önemli olduğunu belirtmiştir (Arowojolu, 2001). Dülgergil ve ark. (2007) yayınladıkları bir vaka raporu ile 20 yıl boyunca günde en az 8 saat, krom-kaplama işinde çalışan bir kişinin kromik aside maruz kalması sonucunda dişlerinde ileri derece erozyon oluştuğunu, bu

nedenle de hastanın aşırı hassasiyeti olduğunu bildirmişlerdir (Dülgergil ve diğerleri, 2007).

Organik aside maruz kalan kişilerin yanı sıra şarap tadıcıları da dental erozyon risk grubu arasında gösterilmektedirler. Şarap, düşük pH değeri (genellikle beyaz şarap 2.95-3.90 ve kırmızı şarap 3.25-4.11) ve düşük kalsiyum içeriğine sahip olmasından ötürü, dental erozyona neden olabileceği düşünülmektedir (Barbour ve Lussi, 2014). Wiktorsson ve ark. (1997). 19 profesyonel şarap tadıcısını değerlendirdikleri çalışmalarında, özellikle maksiller keser ve kanin dişlerin labio-servikal bölgelerinde dental erozyon tespit ettiklerini, ve bu değerler sonucunda mesleği şarap tatma olan bireylerin dental erozyon oluşumu açısından risk grubunda olduklarını bildirmişlerdir (Wiktorsson ve diğerleri, 1997). Bu sonuçlar yapılan diğer çalışmalarla da desteklenmiştir (Ferguson ve diğerleri, 1996; Chaudhry ve diğerleri, 1997; Gray ve diğerleri 1998; Rees ve diğerleri, 2002). Profosyonel şarap tadıcıları tüm dünyada oldukça yaygın olarak görülmektedir. Şarap firmaları adına çalışan bu kişiler 5 gün boyunca yaklaşık 20 veya 50 şarap tatmaktadırlar (Barbour ve Lussi, 2014).

Yapılan bazı spor aktiviteleri sonucunda da dental erozyon gelişebilmektedir. Düşük pH'ya sahip su içerisinde egzersiz yapan yüzücüler veya spor aktiviteleri sonucunda oluşan dehidratasyonu gidermek, rehidratasyon ve elektrolit alınımı sağlamak amacıyla spor içeceklerinin tüketilmesi de dental erozyona neden olabilmektedir (Barbour ve Lussi, 2014). Bu içecekler dental erozyon oluşturma açısından diğer asidik içeceklere kıyasla daha eroziv potansiyele sahiptir (Lussi ve Hellwig, 2014). Diş hekimlerinin sporcuları bu konu hakkında uyarmaları ve halkı bilinçlendirmeleri gerekmektedir. Bunların yanı sıra ağır antrenman sonrası yaşanan gastro özofajial reflü sonucunda da erozyon gelişebilmektedir (Clark ve diğerleri, 1989).

2.3.5.1.1. Kritik pH ve Dental Erozyon

Genel olarak erozyon oluşumu ile ilgili faktör, solüsyondaki Hidrojen (H^+) iyon konsantrasyonudur (pH). Aslında pH çok önemli bir faktör olsa da, yiyecek veya içeceklerinin erozyon potansiyellerini tek başına belirlememektedir (Ganss ve Lussi, 2014). Hasta ile ilgili olan biyolojik faktörlerin yanı sıra (Lussi ve diğerleri, 2012a) eroziv solüsyonun, titre edilebilir asiditesi, kalsiyum, fosfat ve flor seviyesi de yiyecek ve içeceklerin erozyon potansiyelini etkilemektedir (Lussi ve diğerleri, 2006; Lussi ve diğerleri, 2012b).

Kritik pH bir solüsyonun spesifik katı bir cisim (ör:mine minerali) karşısında henüz doymuş olduğu pH değeridir. Eğer solüsyonun pH'sı kritik pH'nın altındaysa, solüsyon katı cisme kıyasla doymamış olduğundan katı cisimde çözünmeye neden olmaktadır. Bunun yanı sıra solüsyonun pH'sı kritik pH'dan fazlaysa katı cisim karşısında solüsyon aşırı doymuş olduğundan mineraller çökelir (Lussi ve Hellwig, 2014). Kritik pH ayrıca katı cismin çözünürlülüğü ve solüsyondaki minerallerin konsantrasyonları ile bağlantılıdır (Lussi ve Hellwig, 2014). Örneğin diş minerallerinin en önemlileri olan kalsiyum, fosfat ve flor, solüsyonun doygunluğunu belirleyerek çözünmenin mi, çökelmenin mi gerçekleşeceğine karar verirler (Lussi ve diğerleri, 2011; Lussi ve diğerleri, 2012b). Çürükte olduğu gibi kritik pH, plak sıvısı ile ölçülür. Dingin plak sıvısında 3.5mmol/l kalsiyum, 13.2mmol/l fosfat bulunurken, fermente plak sıvısında 8.2mmol/l kalsiyum, 13.5mmol/l fosfat bulunur (Lussi ve Hellwig, 2014). Bu konsantrasyonlar ele alındığında minenin kritik pH'sı 5.5 ve 5.7 olarak hesaplanmıştır (Lussi ve Hellwig, 2014). Ancak kişiler arasında kalsiyum ve fosfat konsantrasyonlarında değişiklik olduğundan kritik pH kişiye özgü farklılıklarla değişmektedir (Lussi ve diğerleri, 2011). Bunun yanı sıra kritik pH değeri eroziv solüsyondaki mineral konsantrasyonuna bağlıdır. Flor ve fosfat iyonlarının etkisi olsa da asıl kritik pH'yı belirleyen en önemli faktör kalsiyum konsantrasyonudur. Bu konsantrasyonların sıvıdan sıvıya fark gösterdiği ve plak sıvısından farklı oldukları dikkate alınırsa dental erozyon esnasındaki minenin kritik pH'sı da farklılık gösterecektir (Lussi ve Hellwig,

2014). Bu durumda plak sıvısına oranla mineral konsantrasyonu fazla olan sıvılar pH 5.5'in altında olsa bile diş mineralinde çözünmeye neden olmaz (Örneğin ekşi sütün kalsiyum konsantrasyonu 69mmol/l, fosfat konsantrasyonu ise 39.2mmol/l'dir. pH'sı 4.2 olmasına rağmen mine karşısında aşırı doygun olduğundan dental erozyona sebep olmamaktadır (Lussi ve Hellwig, 2014). Larsen ve Nyvad (1999) çalışmalarında, 7 gün boyunca 4.0 pH'ya sahip portakal suyuna batırılan mine örneğinde derin eroziv lezyonlar gözlediklerini, kalsiyum (42mmol/l) ve fosfat(31.2mmol/l) ilave edilmiş portakal suyuna 7 gün batırılan mine örneğinde ise dental erozyon oluşmadığını rapor etmişlerdir (Larsen ve Nyvad 1999). Ancak akılda tutulması gerekir ki pH'nın yaklaşık 3.9'un altına düştüğü durumlarda solüsyon mineye kıyasla doymamış olduğundan içeriğindeki kalsiyum, fosfat flor konsantrasyonuna bağlı olmaksızın diş yüzeyinden mineral kaybı yaşanacaktır. Tüm bunlar göze alındığında dental erozyon oluşumuna sebep olan belirli bir 'kritik pH' olmadığı düşünülmektedir (Lussi ve Hellwig, 2014).

2.3.5.2. Ağız Bakımı ve Ağız Bakım Ürünleri

2.3.5.2.1. Ağız Bakımı

Diş fırçalama ağız bakımını sağlama konusunda genellikle etkili ve güvenilir bir yöntem olarak düşünülse de (Addy ve Hunter, 2003), yapılan çalışmalar, diş abrazyonunun, diş macununun fiziksel özelliklerinin yanı sıra diş fırçalama sıklığı ve fırçalama esnasında uygulanan kuvvet gibi kişiye bağlı faktörlerle de yakın ilişkide olduğunu göstermiştir (Wiegand ve Schlueter, 2014). Erozyon nedeniyle yumuşayan mine ve dentin yüzeyine diş fırçasıyla uygulanan basınç kuvveti, sert doku kaybına neden olabilmektedir (Wiegand ve Schlueter, 2014). Yapılan bir çalışmada 28 gün sonunda mine yüzeyinden 0-0.5µm'lik doku kaybı yaşandığı gözlenirken (Joiner ve diğerleri, 2004), farklı bir çalışmada 6 ay uygulanan normal ağız bakımı sonucunda mine yüzeyinden 0.5-0.7µm, minenin aksine abrazyon karşısında daha az dirençli olan dentin yüzeyinden ise 35-45µm'lik madde kaybı yaşandığı görülmüştür (Pickles ve diğerleri, 2005). Bu bilgiler ışığında, 10 yıl

boyunca normal bir diş fırçalama yöntemiyle, mine yüzeyinden 20 µm, dentin yüzeyinden ise 1 mm madde kaybı gerçekleşebileceği düşünülmektedir (Wiegand ve Schlueter, 2014).

Konu ile ilgili çok fazla çalışma bulunmasa da yapılan klinik çalışmalar sonucunda diş fırçalama sıklığının (Charon ve diğerleri, 1990, Lussi ve Schaffner, 2000) diş fırçalama kuvveti veya diş fırçası sertliğinin (Wiegand ve diğerleri, 2007a) çürük kaynaklı olmayan sert doku kayıplarına neden olabildiği bildirilmiştir (Wiegand ve Schlueter, 2014).

Diş macunu ve florlü ağız çalkalama solüsyonları gibi birçok ağız bakım ürünü düşük pH değerine sahiptir. Bu durum bir açıdan bazı flor bileşiklerinin kimyasal stabilitesini artırırken diğer bir açıdan ise flor iyonlarının floro hidroksiapatit oluşmasını sağlar (ör. Beyaz leke lezyonlarında). Ayrıca, diş yüzeyinde kalsiyum flor çökelme oluşumunu kolaylaştırır; ki bu da asit ataklarına karşı bir koruma sağlar (Lussi diğerleri, 2004).

İn-vitro olarak yapılan bir deneyde EDTA içerikli anti-tartar ağız çalkalama solüsyonunun, iki saatlik uygulanmasıyla diş minesi üzerinde erozyona neden olduğu görülmüştür (Rytömaa ve diğerleri, 1989). Başka bir çalışmada ise piyasada satılan 11 adet ağız çalkalama solüsyonu asit içerikleri bakımından incelenmiştir. Elde edilen pH değerlerinin 3.4 ile 8.3 arasında değişiklik gösterdikleri bildirilmiştir (Bhatti ve diğerleri, 1994).

Pontefract ve ark. (2001) düşük pH değerine sahip ağız çalkalama solüsyonlarının diş minesi üzerindeki eroziv etkilerini ölçmek için *in-vivo* ve *in-vitro* çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarında, asit bazlı sodyum klorit solüsyonu (pH 3.02), yağ bazlı solüsyon (Listerine, pH 3.59), ve heksetidin içerikli (%0.1, pH 3.75) bir solüsyonun eroziv etkileri kıyaslanmıştır. Ürünlerin portakal suyu ve mineral suyu ile karşılaştırıldığı çalışma sonucunda, kullanılan tüm gargara solüsyonlarının ve portakal suyunun zaman içinde şiddetli erozyona sebep olduğu görülmüştür. Asit bazlı sodyum klorit solüsyonunun portakal suyuyla benzer sonuçlar verdiğini, diğer iki gargara ve mineral suyuna kıyasla istatistiksel olarak daha fazla madde

kaybına neden olduğu sonucuna varılmıştır (Pontefract ve diğerleri, 2001). Araştırmacılar Listerin ile heksetidin içeren gargara solüsyonundan benzer sonuçlar elde edildiğini ancak mineral suyuna kıyasla anlamlı olarak daha fazla mineral kaybına yol açtıklarını eklemişlerdir (Pontefract ve diğerleri, 2001). Nitekim Pretty ve ark. (2003), yaptıkları çalışmada, Listerin'in eroziv etkiye sahip olan bir gargara solüsyonu olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmalar ışığında araştırmacılar, diş fırçalama öncesinde ya da kusma gibi erozyona neden olan eylemler sonrasında asit bazlı ağız çalkalama solüsyon kullanımından kaçınılması gerektiğini rapor etmişlerdir (Pretty ve diğerleri, 2003).

Meurman ve ark. (Meurman ve diğerleri, 1996) *in-vitro* olarak gerçekleştirdikleri çalışmalarında çoğunlukla yatalak hastaların veya günlük ağız bakımlarını kendi başına sağlayamayacak engelli kişilerin ağız ve diş temizliği uygulaması amaçlı satılan pamuklu temizleme çubuklarının aşındırıcı etkilerini incelemişler ve bunları tükürük salgılanmasını tetikleyen bir çiğneme tableti ile karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar, düşük pH değerine ve yüksek asit içeriğine sahip tek kullanımlık temizleme çubuklarının diş aşınmasına sebep olabileceği sonucuna varmışlardır. Sonuç olarak yatalak ve tıbbi açıdan risk taşıyan hastaların normal kişilere kıyasla daha az tükürük salgıladıklarını ve aşındırıcı etkiye sahip çubukların sürekli kullanımının dişlerde hasara neden olabileceği rapor edilmiştir (Meurman ve diğerleri, 1996).

Lussi ve Jaeggi (2001), çeşitli ağız bakım ürünlerinin eroziv etkilerini incelemişler ve bu sonuçları çeşitli gıda ürünleri ve içeceklerle karşılaştırmışlardır. *İn-vitro* ortamda yürütülen araştırmada ağız bakım ürünleri arasında sadece içeriğinde Flor bulunmayan Weleda markalı diş macununun diş sertliğinde anlamlı düzeyde azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Weleda markalı diş macununun diş yüzeyinde yumuşamaya neden olmasını, 3.7 olan düşük pH değerine, içeriğinde sitrik asit/sitrat bulunmasının yanı sıra flor içermemesine bağlamışlardır. Çalışmada kullanılan ürünlerden bazılarının (Elmex gelee, Meridol diş temizleme maddesi, Meridol ağız çalkalama suyu) 5'ten daha düşük pH değerine sahip

olmalarına rağmen diş yüzeyinde yumuşamaya neden olmadıkları bildirilmiştir (Lussi ve Jaeggi, 2001).

Attin ve ark. (1999) da ayni zamanda 4.75 pH değerine sahip flor içerikli bir jelin (Elmex gelee) uygulanmasıyla, aşınmış bir diş minesinin yüzey sertliğinde artma gözlemişlerdir (Attin ve diğerleri, 1999). Lussi ve Jaeggi (2001)'ye göre yüksek flor içeriğine sahip asidik ağız bakım ürünlerinin topikal aplikasyonu ardından diş mine yüzeyinden bazı mineraller çözünmektedir; bu da lokal pH değerinin yükselmesine ve dolayısıyla florun hidroksiapatite yeniden çökelmesini sağlar. Ayrıca tükürük ve organik pelikılın tamponlama kapasitesi de ek bir koruyucu etki sağlayacaktır. Araştırmacılar yoğun ve az miktarda asidik flor uygulamasının aşınma direncini artırabileceğini ve diş sert dokularında erozyon oluşumunun azalacağını bildirmişlerdir (Lussi ve Jaeggi, 2001).

Yakın geçmişte Avrupa piyasasında da yer alan bazı ağız bakım ürünleri, azı dişlerin bukkal yüzeyinde erozyona olan etkileri açısından incelenmiştir Toplamda yedi ürünün karılaştırıldığı çalışmada, (dört ağız çalkalama suyu ve üç diş macunu) deney öncesinde ve üç dakikalık ürün uygulanması sonrasında mikrosertlik değerleri elde edilmiştir. Listerine Smart Kidz ağız çalkalama solüsyonunun üç dakikalık uygulanma sonrası diş minesi yüzey sertliğinde anlamlı olarak azalmaya neden olduğu görülmüştür. Ürünün hedef kitlesinin çocuklar olduğu göz önünde bulundurulduğunda (imalatçıya göre altı yaş ve üzeri) ve söz konusu yaşlardaki çocukların sahip olduğu süt dişlerinin daimi dişlere kıyasla erozyona uğramaya daha müsait olduğu düşünüldüğünde diş doktorlarının bu ürünlerin aşırı kullanımının yaratacağı eroziv etki konusunda bilinçli olmaları gerekmektedir (Hellwig ve Lussi, 2014).

2.4. Diş macunlarının Erozyona Uğramış Mine Üzerindeki Abraziv Etkisi

Diş macunları diş temizliğini içeriğindeki abrazivler yardımı ile gerçekleştirirken diş çürükleri, plak, gingivitis, periodontitis, dentin hipersensitivitesi ve/veya dental erozyonunun engellenmesine de yardımcı olurlar (Wiegand ve Schlueter, 2014). Ancak yapılan çalışmalar sonucunda, diş macununun aşındırıcı özelliği arttıkça diş sert dokusunda meydana gelen sert doku kayıp miktarının da arttığı görülmüştür (Hooper ve diğerleri, 2003; Philpotts ve diğerleri, 2005; Wiegand ve diğerleri, 2008a; Wiegand ve diğerleri, 2009; Hara ve diğerleri, 2009; West ve diğerleri, 2012). Özellikle diş yüzeyi demineralize olduğu durumlarda abrazyona olan direnç anlamlı derecede azalmaktadır (Jaeggi ve Lussi, 1999; Attin ve diğerleri, 2004; Kielbassa ve diğerleri, 2005).

Diş macunu abrazyonu Relatif Mine Aşınması (REA) veya Relatif Dentin Aşınması (RDA) değerlerine bakılarak karar verilir. Mineye kıyasla dentin abrazyon karşısında daha duyarlı olduğundan diş macununun RDA değeri macunun aşındırıcı özelliği hakkında önemli bir parametredir (Joiner ve diğerleri, 2004; Wiegand ve Schlueter, 2014). Ancak RDA ve REA değerleri birbiri ile bağlantılı değildir. Mine üzerinde aşındırıcı özelliği yüksek bir materyalin dentin üzerinde de aynı etkiye sahip olduğu söylenemez (Joiner ve diğerleri, 2004). Wiegned ve ark. (2004) erozyona uğramış dentinin diş fırçası tarafından aşınmasının diş macununun flor içeriğine, RDA değerine ve özellikle tükürüğün tamponlama kapasitesi ile ilgili olduğunu bildirmiştir (Wiegand ve diğerleri, 2004). Diş sert dokularında geri dönüşümsüz madde kaybına neden olan abraziv diş macunlarının aşındırıcı özellikleri hakkında fikre sahip olmak zor olsa da International Organisation for Standardisation (ISO), yüksek RDA (>250) aşındırıcılığa sahip olduğu belirtilen diş macunlarının kullanımından kaçınılması gerektiğini bildirmektedir (Wiegand ve Schlueter, 2014).

In-vivo çalışmalarda *in-vitro* çalışmalara oranla daha az erozyon görülme nedeni, ağız içinde bulunan tükürük ve pelikılın diş macununun aşındırıcı özelliğinin azalmasına yardımcı olmaları, böylelikle *in-vitro* ortamda daha fazla aşındırıcı olduğu görülen bir diş macunu aşındırıcı özelliği az olan diğer bir diş macunu ile ağız ortamında kıyaslandığında, benzer sonuçlar alınabileceği bildirilmiştir (Pickles ve diğerleri, 2005; Joiner ve diğerleri, 2008).

2.5. Diş fırçası ve Dental Erozyon

Diş fırçasının diş sert doku kaybı üzerindeki etkisi diş macununun aksine daha az öneme sahip olsa da (Voronets ve diğerleri, 2008) diş fırçasıyla uygulanan kuvvet, diş fırçasının türü ve fırça kıllarının sertliği konu ile yakından ilgilidir (Wiegand ve diğerleri, 2008b; Wiegand ve diğerleri, 2009; Wiegand ve diğerleri, 2013).

Yapılan *in-vitro* bir çalışma sonucunda diş fırçasıyla uygulanan kuvvetin arttığı durumlarda diş yüzeyinde meydana gelen sert doku kaybının da arttığı bildirilmiştir (Parry ve diğerleri, 2008). Bu durum özellikle mine yüzeyi için geçerlidir (Wiegand ve Schlueter, 2014). Ancak demineralize olmuş ve erozyona uğramış mine veya kolajen matriksi açığa çıkan dentinin kişi tarafından uygulanan diş fırçalama kuvveti ile tamamen kaldırılması pek mümkün değildir (Wiegand ve diğerleri, 2007a; Ganss ve diğerleri, 2009). Yapılan *in-vitro* bir çalışma sonucunda elektrikli ya da sonik diş fırçalarının manuel fırçalara göre daha az kuvvet uyguladıklarından diş sert dokularında daha az madde kaybına yol açtıkları nedeniyle daha güvenilir bir yöntem olduğu bildirilmiştir (Wiegand ve Schlueter, 2014). Benzer çalışmalardan elde edilen sonuçlarda da, sağlıklı diş sert dokularında elektrikli veya sonik diş fırçalarının manuel diş fırçalarına kıyasla anlamlı derecede farklılıkları olmasa da erozyona uğramış mine ve dentin üzerinde manuel fırçalarına kıyasla anlamlı olarak daha az madde kaybına neden olduğu rapor edilmiştir (Sorensen ve Nguyen, 2002; Knezevic ve diğerleri, 2010; Wiegand ve diğerleri, 2013). Ancak bu çalışmaların aksine Bartlett ve ark. (2013) Avrupa ülkelerinde 3187 gönüllü hasta üzerinde yaptıkları bir çalışma ile elektrikli

diş fırçalarının erozyona uğramış mine ve dentin üzerinde anlamlı olarak risk faktörü oluşturduklarını bildirmiştir (Bartlett ve diğerleri, 2013).

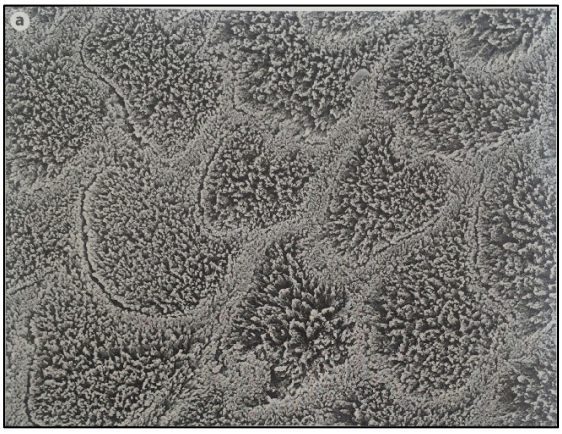
Brandini ve ark. (2011) diş fırçası sertliğinin servikal bölgede madde kaybına yol açtığını bildirmiştir (Brandini ve diğerleri, 2011). *İn-vitro* yapılan bazı çalışmalarda ise fırça kıllarının sert olmasının erozyona uğramış mine yüzeyinde abrazyon oluşturma ile bağlantılı olmadığı (Wiegand ve diğerleri, 2008b; Voronets ve diğerleri, 2008), ancak fırça kılı çapının azalmasının erozyona uğramış dentin üzerinde daha çok sert doku kaybına neden olduğu rapor edilmiştir (Wiegand ve diğerleri, 2009). Sınırlı sayıda yapılan çalışmada fırça kıllarının düzenlenmesi ve geometrisinin (McLey ve diğerleri, 1997, Dyer ve diğerleri, 2001) sert doku kaybında etkili olduğu öne sürülse de, konu ile ilgili daha kapsamlı *in-vivo* çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

2.6. Eroziv Etken ve Diş Fırçalama

Asit atağı, diş yüzeyine temas edince mine yüzeyinde ve yüzeye yakın bölgede demineralizasyon gerçekleşir. Mine, yüzeyinde gerçekleşen bu yumuşamayla diş fırçasının zararlı etkilerine daha savunmasız kalır ve yüzeyde yumuşayan bölge diş yüzeyinden uzaklaşarak diş dokusunda madde kaybına neden olabilir (Lussi ve Hellwig, 2014).

Eroziv atak ile diş fırçalama arasındaki bekleme süresi süregelen tartışmalar arasında yer almaktadır. Eroziv bir etkenden sonra, tükürüğün remineralize edici etkisinin süresini değerlendirmek amacıyla araştırmalar yapılmıştır (Jaeggi ve Lussi, 1999; Dyer ve diğerleri, 2000; Attin ve diğerleri, 2001; Attin ve diğerleri, 2004, Ganss ve diğerleri, 2007a; Wiegand ve diğerleri, 2007a; Wiegand ve diğerleri, 2014). Jaeggi ve Lussi, (1999) yaptıkları bir *in-vivo* çalışmada insan dişlerinde 3 dakika boyunca sitrik asit ile erozyon oluşturmuşlar ve örnekleri 22 yaşındaki gönüllülerin ağzına blok halinde yerleştirmişlerdir. Birinci gruptan dişleri ağıza yerleştirir yerleştirmez, ikinci gruptan dişleri ağıza yerleştirdikten 30 dakika sonra, üçüncü gruptan ise 60 dakika sonra 30 saniye boyunca diş macunu ile kendi

teknikleriyle diş fırçalamaları istenmiştir. Araştırmacılar 60 dakika sonra diş fırçalanmasının daha az madde kaybına neden olduğu sonucuna varmışlardır (Jaeggi ve Lussi, 1999). Bu sürenin *in-vitro* araştırıldığı farklı bir çalışmada, sığır diş yüzeylerine 1 dakika süre ile asit içerikli bir içecek uygulamasının ardından örnekler yapay tükürük içerisinde farklı sürelerde bekletilmiştir. Çalışma sonucunda remineralizasyon süresi arttıkça, abrazyona karşı direncin de doğru orantılı bir şekilde arttığı ve asit atağının ardından diş fırçalamadan önce bir saat beklenmesi gerektiği rapor edilmiştir (Attin ve diğerleri, 2001). Yine benzer bir çalışmada, erozyona uğramış dentinin 30 veya 60 dakika boyunca tükürük ile temasının ardından diş fırçalanmasının, fırçalanmamış yüzeylere kıyasla dentin aşınmasını anlamlı derecede azalttığı rapor edilmiştir (Attin ve diğerleri, 2004). Buna karşın, Eisenburger ve ark. (2001) minenin sertleşmesi için gerekli olan sürenin 6 saat olduğunu rapor etmişlerdir (Eisenburger ve diğerleri, 2001). Nitekim Ganss ve ark. (2007a), asit atağı ardından 2 saatlik bekleme süresinin bile mine yüzeyinde madde kaybını engelleyemediği bildirmişlerdir. Araştırmacılar 6 dakika boyunca %1'lik sitrik asit ile erozyona uğratılan mine yüzeylerini hemen Taramalı Elektron Mikroskobu ile incelemiş ve dental erozyonu tipik bal peteği şeklinde izledikleri görüntüyü (Şekil 2.1) örneklerin 2 saat *in-vivo* ortamda tükürükte bekletilmesinin ardından da yine aynı görüntü (Şekil 2.2) izlenmiştir (Ganss ve diğerleri, 2007a). *İn-vitro* gerçekleştirilen bazı çalışmalar sonucunda da, eroziv atak sonrası diş fırçalanmasının 2 saat bekletilmesinin mine abrazyonunu hemen hemen hiç azaltmadığı, sadece belirli limitler dahilinde mineye sertlik kazandırdığı bildirilmiştir (Jaeggi ve Lussi, 1999; Attin ve diğerleri, 2001; Ganss ve diğerleri, 2007a). 3000 üzerinde erozyonu bulunan kişileri tarandığı farklı epidemiyoloji çalışması sonucunda da, asit atak sonrası diş fırçalamanın bekletilmesinin bir etkisinin olmadığı rapor edilmiştir (Barlett ve diğerleri, 2013).



Şekil 2.1. Eroziv etkenden (6 dk %1 sitrik asit, pH 3,6) hemen sonra mine yüzeyinde görünen tipik bal peteği görünümü.

Şekil 2.2. Eroziv etkenin ardından (6 dk %1 sitrik asit, pH 3,6) 2 saat insan tükürüğünde bekletildikten sonra izlenen görüntü.

2.7. Erozyon ve Abrazyon Arasındaki İlişki

Sağlam diş sert dokusu mekanik kuvvetler karşısında oldukça dirençliyken erozyona uğramış mine ve dentin, abrazyona daha dirençsizdir. Eroziv ve abraziv etkenler peş peşe gelirse mine dokusundaki abrazyonun etkisi çok daha fazla olmaktadır (Eisenburger ve diğerleri, 2003). Asidik veya eroziv potansiyele sahip içeceklerle kısa süreli temas sonucunda bile, minede yüzlerce nanometre derinliğinde yumuşama izlenebilmektedir (Wiegand ve diğerleri, 2014). Laboratuvar koşullarında uygulanan abartılı diş

fırçalama kuvveti ile yumuşamış yüzeyin tamamen ortadan kalkabildiği görülmüştür (Wiegand ve diğerleri, 2007a). Yapılan çalışmalarda, farklı fırçalama süresine, kuvvetine (Wiegand ve diğerleri, 2007a) ve fırça kılı özelliklerine bağlı olmadan (Voronets ve diğerleri, 2008), yumuşamış mine yüzeyinin mekanik kuvvetler karşısında kolaylıkla ortamdan uzaklaşabileceği gösterilmiştir (Wiegand ve diğerleri, 2007a; Voronets ve diğerleri, 2008).

Erozyon süreci dentin yüzeyinde kollajen matriksi açığa çıkarır (Wiegand ve diğerleri, 2014) ve bu kollajen matriks koruyucu bariyer görevi görerek, diş fırçalamanın abraziv etkilerini önemli derecede azaltır (Ganss ve diğerleri, 2009). Bu nedenle, diş fırçalamanın erozyona uğramış dentin üzerindeki etkileri, erozyona uğramış mine üzerindeki etkilerinden çok daha azdır (Wiegand ve diğerleri, 2014).

2.8. Diş Macunları ve Anti-Eroziv İçerikleri

Diş macunları ağız bakımının önemli bir parçasını oluşturan ve tüm dünyada yaygın olarak kullanılan ürünlerden biridir. İçeriğindeki abrazivlerle diş yüzeyini temizlemenin yanı sıra, tatlandırıcı ve ağza ferahlık veren içeriğe de sahiptir. İdeal bir diş macunundan beklenen, anti-bakteriyel olmasının yanı sıra diş çürüklerini de engelleyebilmesi, dental erozyon oluşturmaması, dişte renkleşme veya mukoza irritasyonu gibi yan etkilerinin bulunmamasıdır (Ganss ve diğerleri, 2013). Yapılan çalışmalarda, flor içerikli diş macunlarının dental erozyonu engellemede etkili olduğu görülmüştür (Lagerweij ve diğerleri, 2006; Walsh ve diğerleri, 2010; Ganss ve diğerleri, 2011). Günümüzde florlu diş macunlarının kullanılmasına rağmen dental erozyon prevalansı artış göstermektedir (Ganss ve diğerleri, 2013). Son yıllarda çeşitli firmalar tarafından dental erozyon oluşumunu engelleyici özelliğe sahip olduğu iddia edilen diş macunları piyasaya sürülmüştür. Dental erozyon prevalansının tüm dünyada özellikle genç yaşlarda yüksek olması nedeniyle, gerçek anlamda dental erozyon üzerinde etkili bir diş macunu bulunması dünya ağız sağlığına önemli bir katkı sağlayacaktır (Jaeggi ve Lussi, 2006). Konvansiyonel ve dental erozyon ile ilgili diş macunları konusunda yapılan araştırmalar son yıllarda artış göstermesine rağmen, henüz

diş macunlarının dental erozyon üzerindeki etkileri hakkında yeterli bilgi yoktur (Ganss ve diğerleri, 2013).

Erozyona uğramış mine üzerinde içeriğindeki flor nedeniyle diş macununun aşındırıcı özelliği azalabilmektedir (Wiegand ve Schlueter, 2014). Yapılan *in-vitro* bir çalışma sonucunda aynı abraziv etkiye sahip farklı flor konsantrasyon içerikli diş macunları kıyaslanmış ve yüksek flor içerikli diş macununun aşındırıcı etkisinin daha az olduğu görülmüştür (Hara ve diğerleri, 2009). Geleneksel florlu diş macunlarının kullanımıyla, mine yüzeyinin remineralize olması ve diş yüzeyinde kalsiyum-flor benzeri bileşiklerinin oluşmasıyla, erozyondan korunma sağlanabilmektedir (Magalhães ve diğerleri, 2011). Ancak son yıllarda yapılan çalışmalarda, diş macunlarının abraziv içeriklerinin minede meydana gelen ve mineyi dental erozyon oluşumundan koruyan çökelmeleri engellediği veya yüzeyde meydana gelen çökelmeleri ortamdan uzaklaştırdığı ileri sürülmektedir (Ganss ve diğerleri, 2011, Wiegand ve Schlueter, 2014). Buna karsın, dentin dokusu flordan mine gibi yararlanamadığından, flor içerikli veya flor içeriksiz diş macunlarının dentin yüzeyindeki aşındırıcı etkileri benzer sonuçlar vermiştir (Hara ve diğerleri, 2009).

2.9. Dental Erozyon Koruyucu Uygulama ve Tedavide Flor Alternatifleri

NaF içerikli konvansiyonel diş macunlarının madde kaybını engelleyebildikleri ancak şiddetli eroziv etkiler karşısında gösterdikleri başarının sınırlı olduğu görülmüştür (Moretto ve diğerleri, 2010; Ganss ve diğerleri, 2011; Carvalho ve Lussi, 2014). Bu nedenle konvansiyonel diş macunlarına altenatif olabilecek materyaller araştırılmaktadır (Wiegand ve diğerleri, 2010; Ganss ve diğerleri, 2011; Buzalaf ve diğerleri, 2014).

Dental erozyonun kontrol altına alınmasında flor'a alternatif olabilecek materyallerden beklenen özellikler şöyle sıralanabilir;

- ✓ Diş yüzeyinde asitten koruyucu bir tabaka oluşturması (Asit'e dayanıklı koruyucu kılıf içeriğindeki farklı iyon moleküleriyle ya pelikıla ya da diş yüzeyine direkt olarak tutunması beklenir)
- ✓ Mineral çökelme mekanizması geliştirilmiş materyaller olması
- ✓ Dentin organik matriksinin korunması (Buzalaf ve diğerleri, 2014).

Dental erozyon oluşumunu engellemeye yönelik kullanılan bazı materyaller, CPP-ACP (Ramalingam ve diğerleri, 2005, Adebayo ve diğerleri, 2009), kitosan (Ganss ve diğerleri, 2012), yağlar (Benz ve diğerleri, 2015) multivalent metal iyonları (Magalhães ve diğerleri, 2011)'dır.

2.9.1. Kazein Fosfopeptit Amorfoz Kalsiyum Fosfat (CPP-ACP)

-Ser(P)-Ser(P)-Ser(P)-Glu-Glu- küme zincirini içeren Kazein Fosfopeptit (CPP), Amorfoz Kalsiyum Fosfat bileşiğini stabilize edebilmektedir (Poggio ve diğerleri, 2009). CPP-ACP'nin antikaryojenik olmasının (Reynolds, 1998; Shen ve diğerleri, 2001) yanı sıra, mine lezyonlarını remineralize edebildiği gösterilmiştir (Reynolds, 1997). Yapılan çalışmalarda CPP-ACP'nin, ağız çalkalama solüsyonlarına, şekersiz sakızlara ve spor içeceklerine eklenmesiyle dental erozyona engel olabildiği rapor edilmiştir (Ramalingam ve diğerleri, 2005; Adebayo ve diğerleri, 2009). Ancak literatürde bu çalışmaların aksine, CPP-ACP'nin dental erozyon oluşumunu önlemede yetersiz sonuçlar verdiğini bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Wegehaupt ve Attin, 2010; Carvalho ve diğerleri, 2013). Bizim de yaptığımız pilot çalışmada, CPP-ACP dental erozyon oluşumunun engellenmesinde kalay içerikli materyallerden istatistiksel olarak daha az koruma sağladığı görülmüştür (Yönel ve diğerleri, 2016).

2.9.2. Yağlar

Anti-eroziv özelliği potansiyeline sahip olduğu düşünülen bir diğer biyomolekül ise yağlardır. Hidrofobik özellikleri ile yüzeyde oluşan yağ tabakasının iyonların geçişini engelleyen bariyer olarak görev aldıkları düşünülmektedir (Benz ve diğerleri, 2015). Veerman ve ark. (2010), tarafından yapılan bir çalışmada pozitif yüke sahip sfingoid bazlı phytosphingosine'in (PHS) solüsyondaki fosfat iyonlarına karşı affinitesi olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda dental pelikıl içerisinde bulunan yağların asit atakları karşısında koruyucu özelliğe sahip oldukları gösterilmiştir (Slomiany ve diğerleri, 1986; Featherstone ve diğerleri, 1993; Buchalla ve diğerleri, 2003). Ancak yağların anti-eroziv özellikleri olduğunu ortaya koyan çalışmalar sınırlı sayıdadır.

2.9.3. Kitosan

Diş macunları içerisinde aktif içerik olarak kullanılan diğer bir biyopolimer ise kitosandır. Kitinden elde edilen katyonik bir polisakkarit olan kitosan, sanayi ve medikal tıp alanında yaygın olarak kullanılmaktadır (Li ve diğerleri, 1992; Ravi ve diğerleri, 2004). Diş hekimliğinde kitosan kullanılmasının nedeni, anti-bakteriyel özelliği (Tarsi ve diğerleri, 1997; Sano ve diğerleri, 2003; Decker ve diğerleri, 2005; Bae ve diğerleri, 2006; Verkaik ve diğerleri, 2011) ve doku yenilenmesine yardımcı olmasıdır (Galler ve diğerleri, 2011; Xu ve diğerleri, 2012). Kitosanın antieroziv özelliği, düşük pH'da gösterdiği güçlü pozitif yükü olmasından kaynaklanır (Li ve diğerleri, 1992). Bu özelliği ile mine gibi sert yüzeylere bağlanabilmektedir (Claesson ve Ninham, 1992). Kitosanın, müsin ile beraber (Dedinaite ve diğerleri, 2005; Pettersson ve Dedinaite, 2008) çok tabakalı bağlanma mekanizması ile pelikıl'a bağlanabildiği gösterilmiştir (van der Mei ve diğerleri, 2007). Tüm bu özellikler sayesinde kitosanın mine yüzeyinde koruyucu bir tabaka oluşturduğu ve pelikıl yapısını değiştirdiği düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada Flor içermeyen kitosan diş macununun, NaF'lü diş macununa göre daha koruyucu özelliğe sahip olduğu bulunmuştur (Ganss ve diğerleri, 2011). Ganss ve ark. (2012) tarafından

yapılan farklı *in-vitro* bir çalışmada NaF, Kalay (Sn^{2+}), ve Sn+Kitosan içerikli diş macunları karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda NaF ve Sn^{2+} içerikli diş macunları benzer sonuçlar verirken, Sn^{2+} diş macununa kitosan eklenen grubun en iyi sonucu verdiği rapor edilmiştir (Ganss ve diğerleri, 2012).

2.9.4. Multivalent Metal İyonları

Konvansiyonel Flor uygulamalarının yanı sıra SnF_2, kalay klorür ($SnCl_2$), SnF_2 ve NaF kombinasyonu veya titanium tetraflor (TiF_4) uygulamaları dental erozyon engellenmesinde kullanılan etkili materyallerden bazılarıdır (Hove ve diğerleri, 2006, Hove ve diğerleri, 2008, Ganss ve diğerleri, 2010). Sn^{2+} içerikli flor solüsyonlarının diş yüzeyinde çökelti ($Ca(SnF_3)_2$, $SnOHPO_4$, $Sn_3F_3PO_4$) oluşturduğu ve bu yapının Kalsiyum Flor (CaF_2) partiküllerine kıyasla asitler karşısında daha dirençli oldukları bildirilmiştir (Barbcock ve diğerleri, 1978; Ganss ve diğerleri, 2010). Sn^{+2} veya titanyum (Ti) gibi multivalent metal iyonları, dental erozyon üzerinde önemli etkilere sahiptir (Magalhães ve diğerleri, 2011). TiF_4' ün solüsyon ve jel halinde kullanımı araştırılmışa da, günümüzde kullanıma sunulmuş TiF_4 içerikli bir ürün bulunmamaktadır (Wiegand ve diğerleri, 2010). Uzun yıllardır SnF_2 içerikli diş macunları piyasada bulunmaktadır ve diş çürüklerine karşı koruyucu etkisi olduğu bilinmektedir (White, 1995; Caplan ve diğerleri, 1999). Bunun yanı sıra gingivitis tedavisinde kullanıldığı (Paraskevas ve Van Der Weijden, 2006) ve yapılan çalışmalar sonucunda dental erozyon engellenmesinde önemli etkileri olduğu bildirilmiştir (Tinanoff, 1995; Willumsen ve diğerleri, 2004; Ganss ve diğerleri, 2004a).

Young ve ark. (2006) *in-vivo* gerçekleştirdikleri bir çalışma sonucunda Sn^{2+} içerikli diş macunu kullanımının NaF içerikli diş macununa göre kalsiyum (Ca) kaybını anlamlı derecede azalttığını bulgulamışlardır (Young ve diğerleri, 2006).

Hooper ve ark. (2007) diş macunu uygulamasının ardından asidik içecek içirilen bireylerde dental erozyon oluşumunu inceledikleri bir çalışmada, SnF_2 içerikli diş macununun dental erozyonu diğer gruplara kıyasla anlamlı derecede engellediği sonucuna varmışlardır (Hooper ve diğerleri, 2007).

2.10. Dental Erozyon Teşhis ve Tedavisi

Eroziv diş aşınmasının sert dokularda çözünmenin başladığı ilk anda klinik olarak erken teşhis edilmesi pek çok hastalıkta olduğu gibi hastalığın önlenmesi açısından çok önemlidir. Dişlerin klinik muayenesi ve tanı apareylerinin kullanılmasının ve hastadan alınan anamnez ile birlikte dental erozyon teşhis edilebilmektedir (Ganss ve Lussi, 2014). Günümüzde dental erozyonu ilk aşamasını klinik olarak tespit edip, erozyon gelişimini değerlendirecek bir cihaz henüz üretilmemiştir (Lussi ve Hellwig, 2014). Bu yüzden dental erozyonun başlangıç aşamasındaki klinik görünümü, diş hekiminin tanı koyması açısından son derece önemlidir. Dental erozyonun ilk klinik belirtisi, gingival marjin boyunca minenin perikimatiden yoksun, pürüzsüz cilalı görünümü ve okluzal yüzeylerde başlayan çukurlaşmalardır (Lussi ve diğerleri, 2006). Pürüzsüz yüzeylerde konveks alanlar düzleşir, konkav alanlar gözlenmeye başlar ve lezyon genişliği derinliğini aşar. Mine-sement sınırının koronalinde yer alan başlangıç lezyonlarının sınırları dalgalı olarak izlenir. Gingival marjin boyunca mine sınırının sağlam olarak gözlenmesi, bu bölgede bulunan plak kalıntılarının asit atakları karşısında difüzyon bariyeri olarak işlev görmesi ve bunun yanı sıra sulkular sıvının alkali özelliği (Stephen ve diğerleri, 1980) ile asitleri nötralize edici etkisi ile açıklanmaktadır (Ganss ve Lussi, 2014).

Erozyon, mine sement birleşiminde ya da bu bölgenin apikalinde yer alan keskin kenarlı kole defektlerinden, lokalizasyonu ile ayırt edilebilmektedir. Bu defektlerin koronel bölgeleri keskin kenarlıdır ve lezyon derinliği genişliğini aşar. Lezyonun ilerlediği durumlarda tüberkül tepeleri yuvarlaklaşır, insizal ve okluzal yüzeylerde oluklar gözlenir (Şekil 2.3.1;

Şekil 2.3.2), hatta ilerleyen durumlarda restorasyonlar diş seviyesinden yüksekte kalabilir (2.3.4) (Ganss ve Lussi, 2014). Dental erozyonun ilk teşhis aşamasının zor olmasının yanı sıra dentinin açığa çıkıp çıkmadığını anlamak da zordur (Ganss ve diğerleri, 2006). Bu nedenle diş hekimlerinin erken teşhis ve hastalığın ilerleyişinin gözlemi konusunda eğitilmeleri gerekir (Ganss ve Lussi, 2014).

Şekil 2.3.1. 28 yaşında asidik içecek ve gastro özofajiyal reflü etiyolojisiyle üst santral dişlerin bukkal yüzeylerinde gerçekleşen erozyon (Ganss ve Lussi, 2014).

Şekil 2.3.2. Asidik meyve ve sıkılmış taze meyve suyu tüketimi etiyolojisiyle alt küçük azı ve büyük azı dişlerinin bukkal yüzeylerinde görülen erozyon (Ganss ve Lussi, 2014).

Şekil 2.4. Diş yüzeyine kıyasla daha yüksekte kalan restorasyon (Ganss ve Lussi, 2014).

Şiddetli olgularda tüm okluzal morfoloji kaybolabilir (Şekil 2.5) (Bartlett ve diğerleri, 1997; Ganss ve Lussi, 2014). Erozyon, yumuşayan diş yüzeyinin mekanik olarak aşınması, daha şiddetli olgularda ise uzayan demineralizasyon varlığında sert dokunun direkt olarak ortamdan uzaklaşması olmak üzere iki şekilde gerçekleşir (Shellis ve Addy, 2014).

Şekil 2.5. 29 yaşındaki hastada gastro özofajial reflü hastalığı sebebiyle gerçekleşen şiddetli dental erozyon (Ganss ve Lussi, 2014).

Erozyonun başlangıç döneminde fark edilmesi ile lezyonun ilerlemesi önlenebilmektedir. Ancak lezyon ilerlediği durumlarda dişlerin tedavi edilmesi gerekebilmektedir. Hatta lezyon ilerlediği durumlarda hem hassasiyeti gidermek hem de estetik görüntüyü geri kazanabilmek amacıyla restorasyonlar yapılması gerekmektedir. Direkt rezin kompozitlerin yapılabildiği gibi seramik veener kurona da ihtiyaç duyulabilmektedir (Peutzfeldt ve ark., 2014). Yapılan çalışmalar erozyona uğramış mine görüntüsünün rezin uygulama prosedürünün bir basamağı olan fosforik asit uygulaması ardından elde edilen görüntüye benzer bir görüntüsü olduğunu bildirilmiştir (Attin ve ark., 1997; Attin ve Wegehaupt, 2014). Dental erozyonu bulunan mine ile bulunmayan mineye uygulanan asit-bond uygulaması ardından bond sisteminin bağlanmasında herhangi bir farklılık olmadığı düşünülmektedir (Attin ve Wegehaupt, 2014). Ancak bu konu hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır.

1) Lezyonun ilerlediği ve dentinin açığa çıktığı durumlarda 2) estetik görüntünün rahatsız edici olması 2) açığa çıkan dentinde hassasiyet olması 3) pulpanın ekspoze olduğu durumlarda dişlerin tedavi edilmesi gerekmektedir (Lambrechts ve ark., 1996). Genellikle tercih edilen tedavi şekli rezin bond tekniğidir. Erozyon prosesi nedeniyle genellikle sklerotik dentin oluşmakta ve yüzeyde hipermineralize parlak bir görüntü oluşmaktadır (Tay ve Pashley, 2004). Sığır dişi kullanılarak yapılan bazı çalışmalar normal ve sklerotik dentin arasında bağlanmada herhangi bir farklılık bulmasalar da, insan dişlerinde yapılan birçok çalışma sonucunda sağlıklı dentine kıyasla sklerotik dentine bağlanmanın daha az olduğunu rapor etmişlerdir (Kwong ve ark., 2002; Zimmerli ve ark., 2012; Flury ve ark., 2013; Attin ve Wegehaupt, 2014). Bağlanmanın az olması tübüllerin mineral tuzlarıyla tıkanması sonucunda rezin bağlanmanın tam olarak sağlanamamasından kaynaklanmaktadır (Tay ve Pashley, 2004).

Başlangıç erozyonu tedavisi konservatif olmalı ve adeziv materyaller kullanılarak yapılmalıdır (Yip ve ark., 2003). Başlangıç erozyonunu gelişiminin durdurulması için uygulanacak en iyi tedavi seçeneği etkilenen yüzeye sealant yapılmasıdır (Peutzfeldt ve ark., 2014). Seal and Protect (Dentsply, UK) ve Optibond Solo (Kerr, UK)'un eroziv etken karşısında diş yüzeyinde bağlanma etkinlikleri değerlendiren bir çalışmada her iki materyalin diş yüzeyinde koruyuculuğu anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır (Azzopardi ve ark., 2001). Araştırmacılar tarafından yapılan farklı bir çalışmada ise Seal and Protect (Dentsply, UK) ve Optibond Solo (Kerr, UK)'un etkinliği in-vivo ortamda değerlendirilmiştir. Hazırlanan dentin örneklerinin farklı bölgelerine her iki materyal uygulanmış ve plaklara yerleştirilmişlerdir. Çalışmaya dahil edilen 10 gönüllü bireylerden plakları 20 gün boyunca günde 8 saat takmaları istenmiştir. Asitleme her gün ağız dışında 24 dakika süre ile yapılan çalışma sonucunda her iki sealent materyalinin de diş yüzeyini bonding uygulanmayan bölgelere göre istatistiksel olarak anlamlı koruma sağladığı ve aralarında istatistiksel olarak bir fark bulunmadığı rapor edilmiştir Araştırmacılar her iki materyalin de dental erozyonu bulunan ve asit atakları karşısında korunma sağlanması istenen kişiler için uygun bir koruyucu uygulama olduğunu eklemişlerdir

(Azzopardi ve ark., 2004). Yapılan farklı çalışmalarla da bonding uygulaması (Sundaram ve ark., 2007) ve fissür örtücü uygulamasının (Bartlett ve ark. 2011) 9 aya kadar koruyuculuk sağlandığı rapor edilmiştir. Wegehaupt ve ark. (2013)'da yüzey sealant uygulamalarının dentin mineral kaybını engellediğini ve eroziv-abraziv döngü sırasında koruyuculuk sağladığını rapor ettiği çalışma ile araştırmacıların bulgularını desteklemektedir (Wegehaupt ve diğerleri, 2013). Lezyonun 3-4 mm olduğu durumlarda dişler rezin kompozit veya seramik kullanılarak restore edilebilmektedir (Peutzfeldt ve diğerleri, 2014) (Şekil 2.6.a.) (Şekil 2.6.b.). Eğer diş yüzeyindeki madde kaybı fazlaya bu durumda seramik veener kuron yapılması hatta bir dişin birden çok yüzeyi erozyondan etkilenmişse seramik onley yapılması endikedir (Peutzfeldt ve ark., 2014).

Şekil 2.6. Şiddetli madde kaybı bulunan hastanın üst çenesine full seramik alt çenesine ise veener uygulanması (Peutzfeldt ve ark., 2014).

Dental erozyon oluşumunun önlenmesinde veya ilerlemesinin durdurulmasında hastalara,

- ✓ Eroziv yiyecek ve içecek kullanımının azaltılması,
- ✓ Eroziv yiyecek ve içeceklere maruz kalma miktarının veya süresinin azaltılması,
- ✓ Gece geç saatlerde asit tüketiminden kaçınılması,
- ✓ Asidik içeceklerin ağızda tutulmasından ve çalkalanmasından kaçınılması,
- ✓ Asidik içecekler tüketileceğinde pipet kullanılması,
- ✓ Sporcu içeceği kullananların kalsiyum miktarı arttırılarak modifiye edilmiş olan içecekleri tercih etmeleri,
- ✓ Ana öğünlerin süt ürünleri tüketerek sonlandırılması,
- ✓ Asidik ilaçlar hakkında bilgi sahibi olunması,
- ✓ Gün içerisinde küçük ara öğünlerin tüketilmesi,
- ✓ Şarap, sitrik asit, sirke, kızarmış yağlı gıda, domates, karabiber, kahve, siyah çay, çikolata gibi reflü oluşumunu tetikleyen gıda tüketiminden kaçınılması,
- ✓ Diş dostu sakız tüketiminin arttırılmasıyla, tükürük akışının uyarılması, böylelikle, ağzın tükürük sayesinde temizlenmesinin sağlanması,
- ✓ Anoreksiya Nervoza veya bulimiya hastalarının psikolojik destek alarak bu hastalıkların önüne geçilmesi,
- ✓ Kusma işlemi ardından dişlerin fırçalanmaması, bunun yerine ağzın su, süt, kalay flor veya sodyum bikarbonat içerikli solüsyonlar ile çalkalanması, dilin asidik artıklardan temizlenmesi (Lussi ve diğerleri, 2004; Zero ve Lussi, 2005; Lussi ve Jaeggi, 2006) önerilmektedir.

2.11. Konu İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

İn-vivo ortamda gerçekleştirilen bir çalışmada, mine ve dentin örneklerinde kola ile erozyon oluşturulduktan sonra örnekler, 24 saat ağız ortamında bekletilmiş ve %37.8 oranında remineralizasyon gerçekleştiği görülmüştür. Yine aynı çalışmada erozyona uğratılan mine örneklerinin flor jel ile tedavisinden sonra remineralizasyon miktarında %57.2 oranında, erozyona uğramış dentinin yüzey mikrosertliğinde ise %55.4 oranında anlamlı bir artış olduğunu bildirmişlerdir (Fushida ve Curry, 1999).

Meyer-Lueckel ve ark. (2004) çalışmalarında, farklı flor içerikli ürünlerin müsin ile kombinasyonunun remineralizasyon üzerindeki etkileri incelenmiştir. 24 adet büyük baş hayvan dişinden elde edilip hazırlanan 96 mine örneği iki farklı gruba ayrılmıştır. Bir grup örnek remineralizasyon solüsyonunda bekletilirken, diğer grup aynı remineralizasyon solüsyonuna 2.7 g/l müsin (domuz gastrik müsin; Sigma-Aldrich) eklenmesiyle elde edilen solüsyon içerisinde bekletilmişlerdir. Örneklerin tedavisinde Sodium (Signal; Colgate-Palmolive, Hamburg, Germany), kalay/amin (Meridol; GABA, Lörrach, Germany), ve amin flor (AmF) (Elmex; GABA) içeren diş macunları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda araştırmacılar florlu diş macunlarının müsin ile kombinasyonu sonucunda mine yüzeyinin mineral kazanımının arttığını, ileriki çalışmalarda müsin etkisinin daha detaylı araştırılması gerektiğini bildirmişlerdir (Meyer-Lueckel ve diğerleri, 2004).

Dedinaite ve ark. (2005), müsin ile kitosan arasındaki bağlanmayı araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, müsin ile kitosan arasında oluşan adezyon ile diş yüzeyinde koruyucu bir tabaka oluştuğunu, bu tabakanın ortamdan kolaylıkla uzaklaştırılamadığını rapor etmişlerdir (Dedinaite ve diğerleri, 2005).

Young ve ark. (2006), gönüllü bireyler üzerinde yaptıkları bir çalışma ile Sn^{+2} içerikli ve NaF içerikli ürünleri karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda Sn^{+2} içerikli ürünlerin NaF içerikli ürünlere kıyasla mine

çözünmesini anlamlı derecede engellediğini bildirmişlerdir (Young ve diğerleri, 2006).

Hooper ve ark. (2007), yaptıkları bir çalışmada 'Benchmark' (Crest diş macunu NaF, pH 7.0), 'Test' (SnF_2 kalay-hexametaphosphate diş macunu pH 5.8) 'Negatif kontrol' (Volvic mineral suyu, pH 7.8) grubu olmak üzere üç farklı flor içerikli diş macununun dental erozyon üzerine olan etkilerini 15 gönüllü hasta kullanarak araştırmışlardır. Çalışmada gömülü azı dişlerden elde edilen mine örnekleri kullanılmıştır. Deney örnekleri bir apareye yerleştirilerek gönüllü bireylere bu apareyi her gün sabah 9'dan aksam 5'e kadar (±30 dk) kullanmaları istenmiştir. Her gönüllü bireye saat 9'da ait olduğu grubun diş macunu ile hazırlanan solüsyonlarla (3g diş macunu/10 ml su) veya su ile (kontrol grubu 10 ml su) 1 dakika boyunca ağızlarını çalkalamaları istenmiştir. Kişilerden uygulamadan bir saat ve üç saat sonra 250 ml portakal suyu (ph:3.5) tüketmeleri istenmiştir. Bireyler günde iki defa diş macunu dört defa ise portakal suyu ile eroziv döngüye maruz kalmışlardır. Her birey her diş macununu beş'er gün süreyle toplam 15 gün boyunca uygulamıştır. Her uygulamanın beşinci gününde ölçümler elde edilmiştir. Çalışma sonucunda NaF ve kontrol grubunun, SnF_2 grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede dental erozyona sebep olduğu, SnF_2 içerikli test grubunun ise NaF grubuna kıyasla anlamlı derecede koruyucu olduğu sonucuna varmışlardır (Hooper ve diğerleri, 2007).

Hara ve ark. (2008) çalışmalarında, erozyon ve abrazyon sonucunda gerçekleşen demineralizasyonu üzerine tükürüğün etkilerini değerlendirdikleri *in-vitro* planladıkları araştırmalarında örnekleri dört gruba ayırmışlardır. Birinci grubu yapay tükürük (1.45 mM Ca, 5.4 mM PO4, 0.1 M Tris buffer), ikinci grup yapay tükürük+müsin (1.45 mM Ca, 5.4 mM PO4, 0.1 M Tris buffer, 2.2 g l + porcine gastrik müsin), üçüncü grubu deiyonize su ve dördüncü grubu insandan elde edilen tükürük grubu olarak belirlemişlerdir. Her gruba ait sekizer örnek beş dakika süre ile %1'lik sitrik aside maruz bırakıldıktan sonra 30 dakika boyunca gruplarına ait test solüsyonları içerisinde bekletilmişlerdir. Ardından 1100ppm NaF içerikli diş macunu ile örnekler fırçalanmışlardır. Üç gün boyunca günde üçer defa

uygulamanın ardından, optik profilometre ile diş yüzeylerinde meydana gelen sert doku kayıplarını belirlemişler ve en fazla madde kaybı gözlenen grubun deiyonize su grubu olduğunu, en fazla koruyuculuğa sahip olan grubun ise yapay tükürük grubu olduğunu bulgulamışlardır. Araştırmacılar, yapay tükürük+müsin grubu ile insanlardan elde edilen tükürük grubu arasında, istatistiksel anlamda farklılık gözlemlemediklerini bildirmişlerdir (Hara ve diğerleri, 2008).

Ganss ve ark. (2008), insan dişi kullanarak yaptıkları 10 günlük çalışmada günde altı defa ikişer dakikalık 0.05 M sitrik asit (pH 2.3) uygulamasının ardından günde altı defa 2'şer dakikalık tedavi uygulaması yapmışlardır. Araştırmacılar çalışmada, $SnCl_2$ grubu (815 ppm Sn^{+2}; pH 2.6), NaF grubu (250 ppm F; pH 3.5), SnF_2 grubu (250 ppm F, 809 ppm Sn^{+2}; pH 3.5), AmF grubu (250 ppm F; pH 3.5), AmF/NaF grubu (250 ppm F; pH 4.3), ve AmF/SnF_2 grubu (250 ppm F, 390 ppm Sn^{+2}; pH 4.2) olmak üzere toplam 6 grup kullanmışlardır. Dişlerin mineral içeriği taramalı elektron mikroskobu kullanılarak yapılmıştır. Materyallerin anti-eroziv özelliklerini inceledikleri çalışma sonuçları değerlendirdiğinde gruplar arasında koruyuculuğu en yüksek olan materyalin SnF_2 içerikli ürün olduğunu bildirmişlerdir (Ganss ve diğerleri, 2008).

Yu ve ark. (2010), 60 adet mine ve 60 adet dentin örneği kullanarak yaptıkları *in-vitro* bir çalışmada NaF (500 ppm F, pH 4.5, GABA, Therwil, Switzerland) ve $SnCl_2$/AmF/NaF (elmex Erosion Protection, 500 ppm F, 800 ppm Sn^{+2} (II), pH 4.5, GABA, Therwil, Switzerland) içerikli iki farklı diş macununun dental erozyonu engellemedeki koruyucu etkinliklerini incelemişlerdir. Örneklerin Kalsiyum analizleri Arsenazo III metodu (Fluitest, Ca-A-II, analyticon, Lichtenfels, Germany) kullanarak yapılmış ve NaF içerikli macunun anlamlı derecede madde kaybına neden olduğu, $SnCl_2$/AmF/NaF içerikli macunun ise mine yüzeyine sitrik asit uygulanması sonucunda gerçekleşen kalsiyum kaybını altı dakikaya kadar anlamlı derece koruduğu sonucuna varmışlardır (Yu ve diğerleri, 2010).

Ganss ve ark. (2011), konvansiyonel ve anti eroziv özelliği ile piyasaya sürülen diş macunlarının mine üzerinde eroziv ve abraziv edici özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmada sekiz adet konvansiyonel NaF diş macunu(1,400–1,490 ppm F), anti-eroziv özelliği bulunan dört adet anti-eroziv içerikli (iki adet florlü diş macunu: NaF+KNO_3 ve NaF+hydroxyapatite ve iki adet florsüz diş macunu: çinko-karbonat-hidroksiapatite ve kitosan), iki adet Sn^{+2} içerikli ürün (diş macunu: 3,436 ppm Sn^{+2}, 1,450 ppm F (SnF_2/NaF); jel: 970 ppm F, 3,030 ppm SnF_2) ve iki adet gargara (500 ppm F AmF/NaF, 800 ppm Sn^{+2}) pozitif kontrol grubu olarak kullanılmıştır. İki deney olarak tasarlanan çalışmanın, birinci deney grubunda örnekler 10 gün boyunca günde altı defa ikişer dakika sitrik asit içinde, günde iki defa da ikişer dakika diş macunları ile hazırlanmış solüsyonda bekletilmişlerdir. İkinci deneyde aynı şekilde gerçekleştirilen erozyonun ardından diş macunu uygulama sırasında 15 saniye boyunca diş fırçası ile örnekler fırçalanmıştır. Diş madde kayıpları profilometre ile belirlenmiştir. Birinci deney sonucunda diş madde kaybını engelleyen en iyi materyalin Sn^{+2} içerikli formülasyonlar olduğu, diş macununun madde kaybını %55, jel uygulamasının ise %78 oranda madde kaybına engel olduğu bildirilmiştir. İkinci deney sonucunda %75 oranda madde kaybına engel olan Sn^{+2} içerikli jel grubunun yine en iyi sonucu verdiği gözlenmiştir. Çalışma sonucunda NaF içerikli konvansiyonel diş macunlarının madde kaybını engelleyebildikleri ancak şiddetli eroziv etkiler karşısında gösterdikleri başarının sınırlı olduğu belirtilmiştir. Anti eroziv özelliği ile piyasaya sürülen materyallerin konvansiyonel diş macunlarına kıyasla farklı bir etki göstermedikleri, Sn^{+2} içerikli diş macunlarının ise dental erozyon oluşumunun engellenmesinde önemli etkiye sahip oldukları bildirilmiştir (Ganss ve diğerleri, 2011).

Levy ve ark. (2012) yaptıkları benzer bir çalışma ile TiF_4 ve NaF cila uygulamasının mine yüzeyinde erozyon ve abrazyon üzerindeki koruyucu etkilerini incelemişlerdir. 140 sığır diş minesinden elde edilen mine örnekleri hazırlanarak biri kontrol grubu olmak üzere 20'şerli yedi grup oluşturulmuştur. Her grup kendi içinde erozyon (n:10) ve abrazyon (n:10) grubu olmak üzere iki gruba ayrılmışlardır. Çalışmada, TiF_4 cila (FGM-

Dentscare, Blumenau, Brezilya, 2.45% F, pH 1.2), NaF cila (FGM-Dentscare, 2.45% F, pH 4.5), NaF Duraphat cila (Colgate Brazil, 2.26% F, pH 4.5), NaF solüsyon (2.26% F, pH 4.5), TiF_4 solüsyon (2.45% F, pH 1.2) ve plasebo cila (FGM-Dentscare, pH 5.0, no-F) kendi gruplarına birer dakika uygulamanın ardından örnekler 6 saat yapay tükürükte bekletilmiştir. Erozyon günde 4 defa 90 saniye boyunca Sprite Zero ile yapılmıştır. Abrazyon grubunda ise erozyon uygulamasının yanı sıra günde iki defa elektrikli diş fırçası kullanarak dişler aşındırılmıştır. Çalışma sonucunda gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmasa da TiF_4 uygulamasının eroziv ve abraziv etkiler altında minede madde kaybını azalttığı bildirilmiştir (Levy ve diğerleri, 2012).

Ganss ve ark. (2012) NaF (NaF/1, NaF/2, NaF/3), Sn^{+2} (NaF/$SnCl_2$, AmF/ SnF_2, AmF/NaF/$SnCl_2$) ve kitosan (AmF/NaF/$SnCl_2$ + 0.5%) içeren ürünleri karşılaştırdıkları bir çalışma sonucunda, NaF ve Sn^{+2} içerikli ürünler arasında bir fark bulunmadığı ancak zorlu fiziksel koşullar altında bile kitosanin diş yüzeyine bağlanabilme özelliği olduğunu, Sn^{+2}+kitosan içerikli diş macununun Sn^{+2} içerikli diş macununa kıyasla asit atakları karşısında sert doku kaybını engellemede daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu mekanizmanın daha detaylı araştırılması gerektiğini ve ileriki çalışmalarda kitosan/Sn^{+2}/F^- kombinasyonunun dental erozyon üzerine olan etkilerinin hem *in-vitro* hem *in-vivo* inclenmesi gerektiğini rapor etmişlerdir (Ganss ve diğerleri, 2012).

Carvalho ve ark. (2013) 48 adet insan dişi kullanarak yaptıkları bir çalışma ile remineralize edici özellikteki farklı materyallerin mine erozyonu üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada flor cila, kalsiyum nanofosfat, CPP-ACP ve kontrol grubu olmak üzere her grup 12'şer diş içeren dört farklı grup oluşturulmuştur. Cila grubu 24 saat, kalsiyum nanofosfat ve CPP-ACP ise beşer dakika solüsyonlarında bekletilmişlerdir. Her grup beş gün boyunca günde dört defa beş dakika kola içerisinde bırakılmışlardır(Coca-Cola, Jundiaí, Brazil; pH 2.3). Her eroziv döngünün ardından dişler demineralize su ile yıkanarak iki saat yapay tükürükte bekletilmişlerdir. Yüzey mikrosertlik değerleri çalışmanın başlangıcında ve

beşinci gün sonunda ölçülmüştür. Kalsiyum nanofosfat ve CPP-ACP grubu her eroziv uygulamanın ardından beşer dakika dişlere uygulanmışlardır. Ancak flor cila klinik koşullara yakın olmak için tüm deney boyunca sadece bir kez uygulanmıştır. Çalışma sonucunda kontrol grubu (96.8 ± 11.4 KHN / 72.4 ± 3.0 %KHN) ile cila grubu (91.7 ± 14.1 KHN / 73.4 ± 5.5 %KHN) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Kalsiyum nanofosfat grubunda (187.2 ± 27.9 / 49.0 ± 7.9 %KHN), CPP-ACP grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha az mine kaybı oluşmuştur. Araştırmacılar çalışmada kullanılan hiçbir materyalin erozyon oluşumunun engellenmesinde etkili olmadığını ancak kalsiyum nanofosfatın diğer gruplara kıyasla koruyuculuğunun istatistiksel olarak daha anlamlı olduğunu bulgulamışlardır (Carvalho ve diğerleri, 2013).

Schlueter ve ark. (2013) çalışmalarında NaF içerikli bir diş macunu (1,400 ppm F^-) ile F/Sn/kitosan içerikli bir diş macununun mine erozyonu üzerine olan etkilerini inceledikleri bir çalışmada 27 gönüllü hasta kullanmışlardır. Çekilmiş 3. Azı dişlerden elde edilen 486 mine örneği hazırlanarak ağız içi apareylere altışar adet yerleştirilmiştir. Yemekler ve ağız bakım uygulaması sırasında ağız içi apareyleri kullanılmamıştır. Günde altı defa ikişer dakika 0.5% sitrik asit (200 ml, pH 2.6, sitrik asit monohidrat, Merck, Darmstadt, Germany), ağız dışında apareye uygulanmıştır Çalışma sonucunda F/Sn/kitosan içerikli diş macununun NaF içerikli diş macuna kıyasla madde kaybını istatistiksel olarak anlamlı ölçüde azalttığı bildirilmiştir. Araştırmacılar sıklıkla eroziv yiyecek ve içecek tüketen kişilerin F/Sn/kitosan içerikli macunları kullanmalarının dental erozyon oluşumunu engellemede başarılı olacağını eklemişlerdir (Schlueter ve diğerleri, 2013).

Schlueter ve ark. (2014) kalay içerikli diş macunlarının kitosan ile kombine uygulamasının, sade kalay içerikli diş macununa göre dental erozyon oluşumu üzerine olan etkinliklerini inceledikleri çalışmada, Sn^{+2} ve F^- içerikli diş macunu (F/Sn, 1,400 ppmF^-, 4,223 ppm Sn^{+2}); Sn^{+2}, F^- ve kitosan içerikli diş macunu (F/Sn/kitosan, 1,400 ppmF^-, 4,223 ppm Sn^{+2}, %0.5 kitosan); Sn^{+2} ve F içerikli jel (pozitif kontrol, GelKam Colgate Oral

Pharmaceuticals, 970 ppmF^-, 3,030 ppm Sn^{+2}); ve bir adet placebo diş macunu (negatif kontrol) kullanmışlardır. İnsana ait üçüncü azı dişlerden elde edilen 240 adet mine örneği ağız içi apareylere yerleştirilmiş ve çalışmaya dahil edilen 10 gönüllü bireyden yemek yeme haricinde apareyi 24 saat kullanmaları istenmiştir. Demineralizasyon işlemleri ağız dışında 7 gün boyunca günde 6 defa 2 dakika sitrik asit (0.5 % pH2.6) kullanılarak geröekleştirilen mine örneklerinin tedavisi ağız içinde günde iki defa ikişer dakika süre ile yapılmıştır. Çalışma sonucunda Sn^{+2} içerikli macunlar arasında erozyon oluşumunun önlenmesinde istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Ancak Sn^{+2}, F^- ve kitosan içerikli macunun plasebo ve pozitif kontrole göre anlamlı koruma sağladığı ve kalay ve kitosan kombinasyonunun asit atakları karşısında koruyucu etkisi olduğu rapor edilmiştir (Schlueter ve diğerleri, 2014).

Poggio ve ark. (2014), CPP-ACP ve Colgate Sensitive Pro Relief, Colgate- Palmolive diş macununun kola ile aşındırılmış dişlerde dental erozyon oluşumunun önlenmesindeki etkilerini karşılaştırmışlardır. 30 adet mine örneği 6 gruba ayrılmış, birinci grup kontrol grubu, ikinci grup mine+asit, üçüncü grup mine + Colgate Sensitive Pro Relief, 4. grup mine + kola + Colgate Sensitive Pro Relief, 5. grup mine + GC Tooth Mousse, 6. grup mine + kola + GC Tooth Mousse grubu olarak belirlemişlerdir. Bulguların atomik kuvvet mikroskobu kullanılarak elde edildiği çalışma sonucunda, her iki uygulamanın da asit atağı karşısında istatistiksel olarak anlamlı koruma sağladığı bildirilmiştir.

Carvalho ve Lussi (2014), yaptıkları *in-vitro* bir çalışmada insan dişlerinden elde ettikleri 150 adet mine örneği kullanarak yaptıkları bir çalışmada, NaF ve F/Sn/Kitosan içerikli materyallerin başlangıç mine erozyonu üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda yüzey sertliğinde her iki grup arasında anlamlı derecede farklılık bulunmasa da F/Sn/Kitosan kombinasyonunun istatistiksel olarak anlamlı derecede madde kaybını engellediğini rapor etmişlerdir (Carvalho ve Lussi, 2014).

Aykut ve ark. (2014) yaptıkları bir çalışmada, Apacare

(NaF/1%HAp), Biorepair ($ZnCO_3$-HAp), Chitodent (Kitosan), Elmex Erosionsschutz (NaF/AmF/$SnCl_2$/Kitosan), mirasensitive HAp (NaF/30%HAp), Sensodyne Proschmelz (NaF/KNO_3) ürünlerinin dentin erozyonu üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Madde kayıp miktarını profilometre ile değerlendirdikleri çalışma sonucunda, Biorepair grubunun diğer gruplara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde madde kaybına neden olduğunu bildiren araştırmacılar çalışmada kullanılan anti-eroziv iddiası ile üretilen macunların dentin erozyonunu azalttığını ancak konvansiyonel florlu diş macunlarına alternatif olamadığını rapor etmişlerdir (Aykut ve diğerleri, 2014)

Ionta ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada farklı kombinasyonlarla oluşturulan farklı yapay tükürük çeşitlerinin başlangıç erozyonuna olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada kullanılan sığır dişlerine 15 saniye boyunca sitrik asit uygulanarak madde kaybına neden olmadan yapay başlangıç erozyonu oluşturulmuştur. Araştırmacılar Tükürük 1: 0.33 g KH_2PO_4, 0.34 g Na_2HPO_4, 1.27 g KCl, 0.16 g NaSCN, 0.58 g NaCl, 0.17 g $CaCl_2$, 0.16 g NH_4Cl, 0.2 g üre, 0.03 g glukoz, 0.002 g ascorbik asit, 2.7 g müsin pH 7; tükürük 2: tükürük 1 müsin hariç, tükürük 3: 0.1029g $CaCl_2.2H_2O$, 0.04066 g $MgCl_2$, 0.544 g KH_2PO_4, 4.766 g Hepes buffer, 2.2365 g, KCl pH 7; tükürük 4: 0.381 g NaCl, 0.213 g $CaCl_2.2H_2O$, 1.114 g KCl, 0.738 g KH_2PO_4 ve 2.2 g müsin, 1000 ml su/pH 7; tükürük 5: 2 g methyl-p-hydroxybenzoate, 10 g sodium carboxymethyl cellulose, 0.625 g KCl, 0.059 g $MgCl_26H_2O$, 0.166 g $CaCl_2 \square 2H_2O$, 0.804 g K_2HPO_4 ve 0.326 g KH_2PO_4 in 1000 ml su/pH:7 olmak üzere beş deney, bir kontrol grubu (deiyonize su) oluşturmuşlardır. Demineralizasyonun ardından dişler iki saat süre ile yapay tükürük solüsyonlarında bekletilmişler ve yüzey sertlik ölçümü ile meydana gelen remineralizasyon miktarını belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda tüm gruplarda mine yüzeyinde oluşan remineralizasyonun kontrol grubuna kıyasla istatistiksel anlamda yüksek olduğu ve sadece tükürük 3'te meydana gelen remineralizasyonun tükürük 5'e kıyasla istatistiksel anlamda yüksek olduğu sonucuna varmışlardır (Ionta ve diğerleri, 2014).

Benz ve ark. (2015) çalışmalarında sfingolipid ve sfingolipidlerin temel yapısı olan sfingoid'lerin anti-eroziv etkilerini araştırmışlardır. HAp disklerine uygulanan sphingosine (80 ± 17%), phytosphingosine (PHS, 78 ± 17%), PHS phosphate (78 ± 7%) ve sphinganine'in (81 ± 8%), anlamlı derecede anti-eroziv etkisi olduğunu ($p < 0.001$) ancak sphingomyelin, acetyl PHS, octanoyl PHS ve stearoyl PHS'in dental erozyonu önlemede etkili olmadığı sonucuna varmışlardır. PHS uygulamasının ardından HAp diskleri yüzeyinde homojen bir PHS tabakası oluştuğunu böylelikle H^+ iyonlarının düfüzyonunu engelleyen bir bariyer görevi gördüklerini bildirmişlerdir. Bu antieroziv etkileri düşünüldüğünde PHS ve ilgili sfingiosine türevlerini ağız bakım ürünlerinde kullanımının dental erozyonu önlemede önemli etkiye sahip olacağı bildirilmiştir (Benz ve diğerleri, 2015).

West ve ark. (2015), kalay içerikli NaF ve sodium monofluorophosphate /triclosan içerikli diş macunlarının dental erozyon oluşumu üzerindeki koruyucu etkinliklerini inceledikleri *in-vivo* bir çalışmada, insan dişlerinden elde ettikleri mine örneklerini apareye yerleştirmişler ve çalışmaya dahil edilen 36 kişiden 10 gün boyunca günde altı saat apareyi kullanmalarını istemişlerdir. Çalışmaya dahil edilen bireyler 60 s boyunca dişlerine Oral-B Pro-Health (1,000 ppm F NaF ve SnCl) ve Colgate® Strong Teeth with Cavity Protection (1,000 F sodium monofluorophosphate ve triclosan) kullanılarak hazırlanan tedavi solüsyonunu günde iki defa üç saat aralıkla uygulamışlar ve ardından 10 ml su ile ağızlarını çalkalamışlardır. Her tedavi uygulamasının hemen ardından, iki saat sonrasında ve altı saat sonrasında, 250 ml portakal suyu ile 10 dakika dişlerini çalkalamışlardır. Araştırmacılar profilometre kullanarak elde ettikleri bulgular sonucunda kalay içerikli NaF diş macununun istatistiksel olarak anlamlı düzeyde sodium monofluorophosphate/triclosan içerikli diş macununa göre mine yüzeyini koruduğunu bildirmişlerdir (West ve diğerleri, 2015).

Bradna ve ark. (2015), anti-eroziv özelliği ile piyasada bulunan NaF-içerikli Sensodyne Pronamel, $SnCl_2$/F içerikli Elmex Erosion Protection, kalsiyum fosfat içerikli BioRepair Plus Sensitivity Control, Ca/Na fosfosilikat

içerikli SensiShield ve Sodium bicarbonate-NaF içerikli Enamel Care diş macunlarının etkinliklerini değerlendirmişlerdir. Kontrol grubu olarak Yapay tükürük ve Elmex Erosion Protection ağız çalkalama solüsyonu kullanılmıştır. Çalışmada çekilmiş insan dişlerinden hazırlanan örneklere günde iki dakika diş fırçası ile tedavi materyalleri uygulanmıştır. Kontrol grubu örnekleri günde iki dakika 30 sn gargara solüsyonunda bekletilmiş, yapay tükürük grubu örneklerine ise herhangi bir işlem yapılmamıştır. 15 gün ve 30. günde Knoop mikrosertlik uygulama yöntemi ile elde edilen görüntüler ışık ve taramalı elektron mikroskobunda incelenmiştir. 30. gün tedavi uygulamasının ardından örnekler ikiye bölünerek yarısı SEM'de incelenmiş yarısı ise % 0.2 sitrik asit (pH 3.3) solüsyonunda altı dakika bekletilmişlerdir. Tedavi solüsyonları ile direnç kazandırılan mine örneklerinin asit atağı karşısında mine yüzeyine mineral çökelme miktarı ve Knoop görüntüleme tekniği ile elde edilen görüntü şekillerinin değerlendirildiği çalışmada BioRepair Plus Sensitivity Control kullanılan grupta mine yüzeyine çökelmiş olan minerallerin uzun dönem koruyuculuk sağlayamadığı ve asit karşısında kolaylıkla ortamdan uzaklaştığı gözlenmiştir. Diğer grupların anti-eroziv özelliklerinin daha iyi olduğu ancak asit atağı karşısında yeterli korumayı sağlayamadığını bildiren araştırmacılar, yüzeye çökelen minerallerin uzaklaşmasına sadece asit atağının değil diş macunu içeriğindeki abrazivlerin de neden olabileceğini bildirmişlerdir (Bradna ve diğerleri, 2015).

Cruz ve ark. (2015) sodium trimetaphosphate (TMP) ve düşük dozda flor (LFD) içerikli diş macunlarının mine erozyonu üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada, Plasebo (flor veya TMP içermeyen grup); LFD (250 ppm F); LFD plus (0.25, 0.5,veya 1.0% TMP); ve pozitif kontrol (1,425 ppm F) olmak üzere dört tedavi grubu oluşturmuşlardır. Sığır dişlerinden elde edilen 144 adet mine örneğinin mikrosertlik değerlerini hesapladıktan sonra örnekleri iki gruba ayırarak; birinci gruba iki gün, ikinci gruba ise beş gün süreyle tedavi-asit döngüsü uygulamışlardır. Her grubun kendi içindeki gruplarına ait örnekler günde dört defa beşer dakika sprite zero ile içerisinde erozyona uğratılmış ve ardından 15 sn deiyonize su ile yıkanmıştır. Her asitleme ve yıkama işleminin ardından örnekler ait oldukları grupların tedavi solüsyonları içerisinde 15 sn bekletilmişlerdir. Dört defa asit-tedavi işlem

uygulaması ardından örnekler bir sonraki güne kadar yapay tükürük solüsyonu içerisine bırakılmışlardır. Birinci grup için ikinci günün sonunda ikinci grup için ise beşinci günün sonunda gerçekleştirilen Yüzey mikrosertlik değerleri ve profilometre ölçümleri değerlendirildiğinde, plasebo, LFD ve pozitif kontrol grupları arasında hem ikinci gün sonunda hem de beşinci gün sonunda istatistiksel olarak fark gözlemediklerini, TMP içerikli grubun ise asit atakları sonrası diş yüzeyini korumada diğer gruplara göre istatistiksel olarak daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir (Cruz ve diğerleri, 2015).

Algarni ve ark. (2015), kalay (Sn^{+2}), flor (F) ve Sn+F kombinasyonunun dental erozyon oluşumunun önlenmesindeki etkinliklerini inceledikleri çalışmada sığır diş köklerinden elde edilen 40 adet dentin örneğini dört gruba ayırmışlardır. Birinci grubu (s = 10): $SnCl_2$ (800 ppm/6.7 mM Sn^{+2}), ikinci grubu NaF (250 ppm/13 mM F), üçüncü grubu NaF/$SnCl_2$ (800 ppm/6.7 mM Sn^{+2}; 250 ppm/13 mM F), ve dördüncü grubu negatif kontrol olan deiyonize su grubu olarak belirlemişlerdir. Örnekler hazırlandıktan sonra 24 saat süre ile insandan elde edildikten sonra tükürük içerisinde pelikıl oluşumu için bekletilmişlerdir. Deney örnekleri günde beş defa beş dakika boyunca sitrik asit (0.3%/15.6 mM sitrik asid, pH 2.6) içerisinde demineralize edilmesinin ardından tükürük içerisinde bekletilmişlerdir. 1., 3. ve 5. demineralizasyon prosesi ardından örnekler ait oldukları tedavi solüsyonu içerisinde iki dakika boyunca tedavi edilmişlerdir. Deney sonunda sert doku madde kayıp miktarı profilometre ile ölçülen çalışma bulguları değerlendirildiğinde, kontrol grubuna göre tüm tedavi gruplarının istatistiksel olarak anlamlı koruma sağladığı, Sn+F kombinasyonunun ise diğer gruplara göre istatistiksel olarak daha iyi koruma sağladığını rapor etmişlerdir. Araştırmacılar her gün Sn^{+2} içerikli diş macun uygulamasının dental erozyon oluşumunu önlemede başarılı sonuçlar vereceğini eklemişlerdir (Algarni ve diğerleri, 2015).

Cassiano ve ark. (2016), içerisinde flor bulunan ve bulunmayan süt uygulamasının dental erozyon üzerine olan etkinliklerini inceledikleri çalışmada sığır diş minelerinden ve kök dentinlerinden örnekler hazırlamışlar ve 1.grubu tam yağlı süt, 2. grubu tam yağlı süt+2.5 ppm F, 3. grubu tam

yağlı süt+5 ppm F, 4. grubu tam yağlı süt+10 ppm F, 5.grup grubu yağsız süt, 6.grubu yağsız süt+2.5 ppm F, 7.grubu yağsız süt+5 ppm F, 8.grubu yağsız süt+10 ppm F ile 10 dakika tedavi etmişlerdir. Her grubu kendi içinde iki'ye ayırarak bir gruba 90 sn asit (NaCl %9) işlemi ardından 10dk tedavi, diğer gruba 10 dk tedavi işlemi ardından 90 sn asit uygulamışlardır. Araştırmacılar günde dört defa beş gün boyunca uygulanan asit ve tedavi işlemi ardından, minede anti-eroziv etkinliği en yüksek grubun, tam yağlı süt+10 ppm F olduğunu tespit etmişlerdir (Cassiano ve diğerleri, 2016).

Amaral ve ark. (2016), Fosfatları, Hap diski kullanarak flor kombinasyonunun anti-eroziv etkinliklerini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, florun fosfatlarla birlikte kullanılmasıyla anti eroziv etkinliğinin arttığını saptamışlardır. Araştırmacılar tükürüğün anti-eroziv etkiyi arttırdığını da bulgulamışlardır (Amaral ve diğerleri, 2016).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırmamız materyallerin anti-eroziv etkinliklerinin incelendiği *in-vitro* bir çalışma olarak gerçekleştirilmiştir.

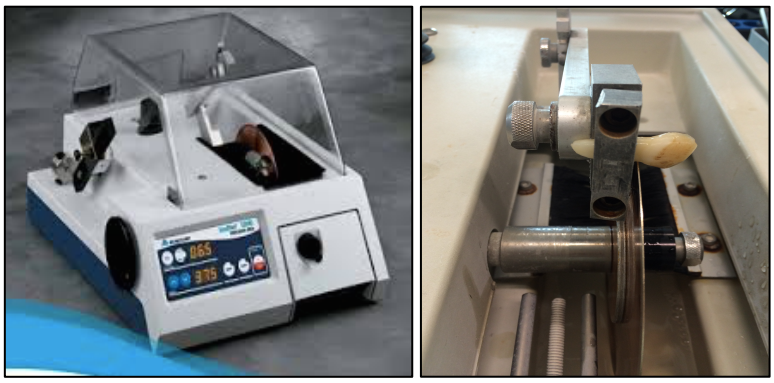
İn-vitro deneysel incelemeler Amsterdam&Vrje Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nin (Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam (ACTA)) Dental Materyaller Laboratuvarlarında yapılmıştır.

Deney basamakları sırası ile aşağıdaki gibi planlanmış ve gerçekleştirilmiştir.

- ✓ Deneyler için gerekli dental materyal ve deney örneklerinin hazırlanması,
- ✓ Knoop mikrosertlik ölçüm cihazı ile deney örneklerinin başlangıç mikrosertlik değerlerinin elde edilmesi,
- ✓ Asit-tedavi döngüsünün gerçekleştirilmesi,
- ✓ Mikrosertlik ölçümlerinin üçüncü, beşinci ve onuncu günde tekrar ölçülmesi,
- ✓ Deney sonunda Profilometre cihazı kullanılarak yüzey madde kayıp ölçümlerinin elde edilmesi
- ✓ İstatistik ölçümlerin gerçekleştirilmesi.

3.1. Çalışmada kullanılan aletler ve deney örneklerinin hazırlanması

120 adet sığır keser dişi çekildikten sonra, el aletleri ve fırça yardımı ile musluk suyu altında üzerlerindeki doku artıkları uzaklaştırıldı. Dişler, ilk önce mine-sement sınırından Amsterdam Üniversitesi (ACTA) Diş Hekimliği Fakültesi Dental Materyaller Laboratuvarında, bulunan hassas kesme cihazı (I*somet1000*, Buehler, Lake Bluff, IL, ABD) kullanılarak su soğutması altında kron ve kök olarak ikiye ayrıldılar (Şekil 3.1).

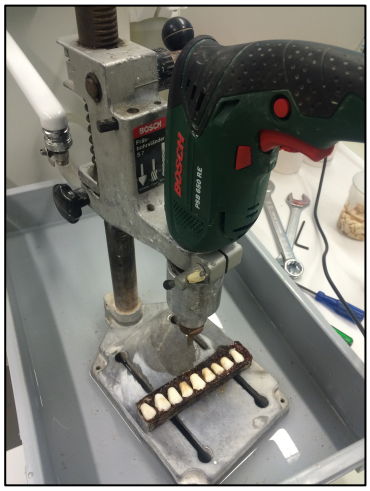


Şekil 3.1. Hassas kesim cihazıyla sığır diş kron ve köklerin birbirinden ayrılma işlemi.

Kesim işleminin ardından elde edilen kronlar stent wax tablası içerisine yerleştirildiler (Şekil 3.2).

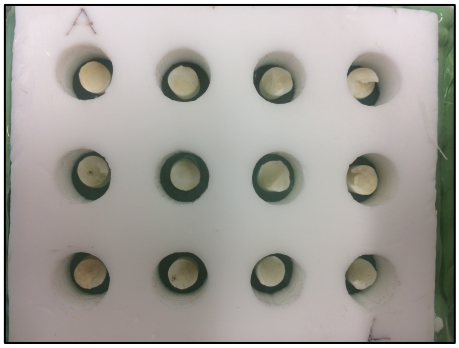
Şekil 3.2. Stent wax içine gömülen sığır diş kronları.

Araştırmada kullanılan, 4mm çapında standardize edilmiş silindir şeklindeki mine örnekleri, Amsterdam Üniversitesi (ACTA) Diş Hekimliği Fakültesi Dental Materyaller bölümüne ait su soğutmalı darbeli matkap kullanılarak elde edildi (Şekil 3.3).

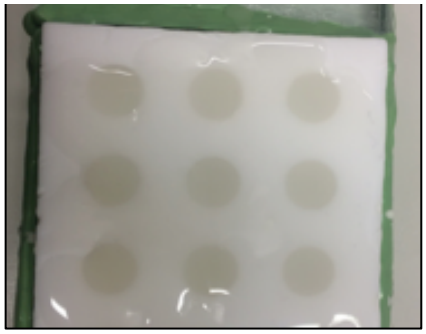


Şekil 3.3. Su soğutmalı darbeli matkap.

Elde edilen mine örnekleri, 1x1cm'lik yuvaları olan kalıplara, mine yüzeyleri cam yüzeye temas edecek şekilde (Şekil 3.4) yerleştirildiler, sonrasında mine örneklerinin çevresindeki boşluklar, kendiliğinden sertleşen beyaz akrilik rezinle (PMMA Vertex; üretici firma talimatları doğrultusunda 10 gr toz için 5 gr sıvı olacak şekilde 1 dk. boyunca karıştırılarak hazırlandı) dolduruldu (Şekil 3.5) ve porozite oluşumuna engel olmak için yarım saat basınç tenceresi içinde bekletildi.

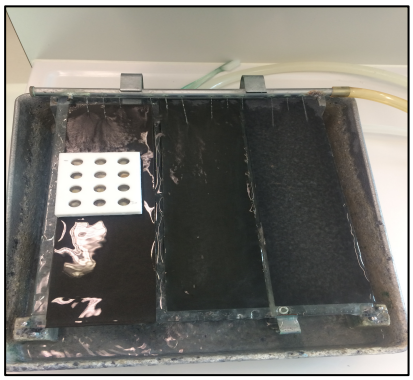


Şekil 3.4. Silindir mine örneklerinin kalıp içerisine yerleştirilmesi.

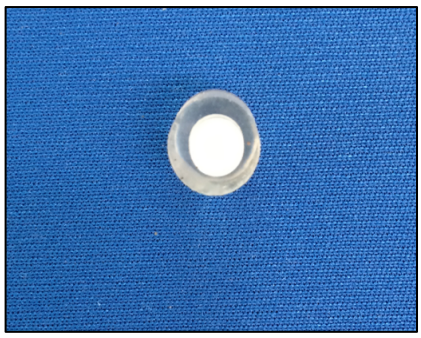


Şekil 3.5. Silindir mine örneklerinin akrilik içerisine gömülmesi.

Deney örneklerinin cama temas eden yüzeyleri, 200 ve 400 grit silikon karbit zımpara kağıdı (Bluecell sandpaper 9" x 3.6" inch) ile aşındırıldıktan sonra, 600 grit silikon karbit zımpara kağıdı ile pürüzsüz bir yüzey halini alana kadar parlatıldı (Şekil 3.6). Pürüzsüz yüzey elde edilemeyen örnekler çalışma dışı bırakıldı. Çalışmada kullanılacak 120 adet deney örneği (Şekil 3.7), dehidratasyonu engellemek amacıyla çalışmanın başlangıç gününe kadar distile su içerisinde 4 ^{o}C'de bekletildiler.



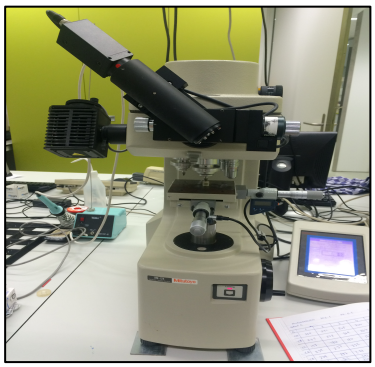
Şekil 3.6. Akrilik blokların zımparalanma işlemi.



Şekil 3.7. Zımparalanmanın ardından elde edilen deney örneği.

3.2. Yüzey Mikrosertlik Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılacak, aşındırma ve cilalanma işlemleri tamamlanmış toplam 120 adet mine örneğinin, Amsterdam Üniversitesi (ACTA) Diş Hekimliği Fakültesi Dental Materyaller Laboratuvarında, Knoop mikrosertlik cihazı (Mitutoyo HM-124 Hardness Testing Machine Equipped with a power turret) kullanılarak mikrosertlik değerleri ölçüldü (Şekil 3.8). Örnekler Knoop mikrosertlik cihazının tablasına yerleştirildi, 50mN kuvvet 30 sn uygulanarak elmas uç ile malzeme yüzeyinde çentik oluşturuldu. Oluşturulan izin sol köşesinden sağ köşesine kadar olan diyagonal uzunluk mikron değeri olarak ölçüldü ve çentik uzunluğu ve mikrosertlik değeri formulasyonu ile bilgisayar programında Knoop Sertlik Değerleri (KSD) olarak elde edildi. Deney örneklerinin mikrosertlik ölçümleri, tedavi başlangıcında, tedavinin 3., 5. ve 10. günün de knoop mikrosertlik cihazı (Mitutoyo HM-124 Hardness Testing Machine Equipped with a power turret) kullanılarak gerçekleştirildi.



Şekil 3.8. Mikrosertlik ölçüm cihazı.

3.3. Deney ve Kontrol Gruplarının Oluşturulması

Mikrosertlik ölçümleri tamamlanan 120 adet deney örneği 'Remineralizasyon Grubu' (sayı(s):60) ve 'Yapay Tükürük' grubu(s:60) olmak üzere rastgele iki gruba ayrıldılar. Her iki gruptaki 60'ar mine örneği beş'er tedavi grubu ve bir'er negatif kontrol grubu olmak üzere altı eşit parçaya bölündüler.

Grup 1: Remineralizasyon grubu

Birinci Grup: R-PHS (10 örnek)
İkinci Grup: R-Oral B (10 örnek)
Üçüncü Grup: R-Enamelon Jel (10 örnek)
Dördüncü Grup: R-Enamelon Jel/Macun (10 örnek)
Beşinci Grup: R-Elmex (10 örnek)
Altıncı Grup: R-Negatif Kontrol grubu (10 örnek)

Grup 2: Yapay tükürük grubu

Birinci Grup: YT-PHS (10 örnek)
İkinci Grup: YT-Oral B (10 örnek)
Üçüncü Grup: YT-Enamelon Jel (10 örnek)
Dördüncü Grup: YT-Enamelon Jel/Macun (10 örnek)
Beşinci Grup: YT-Elmex (10 örnek)
Altıncı Grup: YT-Negatif Kontrol grubu (10 örnek)

3.4. Çalışma Süresince Kullanılacak Deney Solüsyonlarının Hazırlanması

3.4.1. Remineralizasyon Grubu İçin Remineralizasyon Solüsyonunun Hazırlanması:

Remineralizasyon solüsyonu Amsterdam Üniversitesi (ACTA) Diş Hekimliği Fakültesi Mikrobiyoloji laboratuvarında 1.5 mM $Ca(NO_3)_2$, 0.9 mM KH_2PO_4, 130 mM KCl, 60 mM Tris (pH 7.4) kullanılarak hazırlandı (Kirkham ve diğerleri, 2007) (Merck, Darmstadt, Germany). Bakteri büyümesini engellemek için solüsyona 0.5Mm sodiumazid eklendi. Kalsiyum veya kalsiyum fosfat çökelmesini engellemek amacıyla solüsyonlar iki ayrı fanusta karıştırıldı. $CaNO_3.H_2O$ (g) ve KCl, 1000ml'lik fanusta distile su ile 5 dakika süre ile karıştırılıp pH 5 olacak şekilde hazırlandı. Aynı şekilde KH_2PO_4 ve HEPES, 2000ml'lik fanus içinde distile su ile beş dakika boyunca pH 5 olacak şekilde karıştırıldı. Ardından her iki karışım 3000ml'lik volumetrik cam şişe içerisinde birleştirilip Na_2HPO_4/KH_2PO_4 kullanılarak pH 7.4'e ayarlandı. Remineralizasyon solüsyonu kullanım sürecinde buzdolabında 4 ^oC'de bekletildi.

3.4.2. Yapay Tükürük Grubu İçin Yapay Tükürük Solüsyonunun Hazırlanması:

Yapay tükürük solüsyonu, Amsterdam Üniversitesi (ACTA) Diş Hekimliği Fakültesi Mikrobiyoloji laboratuvarında 1.5mM $Ca(NO3)2.4H2O$, 0.90 mM KH_2PO_4, 130 mM KCl, 59.93 mM Tris buffer ve 2.2 g/l domuz gastrik müsini kullanılarak hazırlandı (Merck, Darmstadt, Germany). $Na2HPO4/KH2PO4$ buffer kullanılarak pH 7.4'e getirildi. Haftalık olarak hazırlanan yapay tükürük, kullanım sürecinde derin dondurucuda -20 ^oC'de bekletildi.

3.4.3. Sitrik Asit Solüsyonunun Hazırlanması:

Erozyon işlemi için meyve ve sebze gibi birçok gıda malzemelerinde de doğal olarak bulunan sitrik asit monohidrat (%0.65, pH 3.6 Sigma-Aldrich Co. LLC) kullanıldı. Deney öncesinde taze olarak hazırlanıp, deney sürecinde buzdolabında 4 ^{o}C'de bekletildi.

3.5. Çalışmada Kullanılan Deney Materyalleri:

Araştırmamızda kullanılan anti-eroziv ürünler tabloda gösterilmektedir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan deneysel materyaller ve aktif içerikleri.

Grup Adı	Ürün	Aktif İçerik
PHS	Phytosphingosine	4-hydroxysphinganine (0.02%)
Oral B	Oral BPro-Expert All Around Protection Diş Macunu	SnF_2 kaynaklı 1100 ppm F^- ve 3500 ppm Sn^{2+}, NaF kaynaklı 350 ppm F^-
Enamelon Jel	Enamelon Anti Eroziv Koruyucu Jel	SnF_2 kaynaklı 970 ppm F^- ve 3030 ppm Sn^{2+}, ACP
Enamelon Jel/Macun	Enamelon Anti Eroziv Koruyucu Jel Enamelon Anti Eroziv Diş Macunu	SnF_2 kaynaklı 970 ppm F^- ve 3030 ppm Sn^{2+}, ACP SnF_2 kaynaklı 1150 ppm F^- ve 3600 ppm Sn^{2+}, ACP)
Elmex	Elmex Protection Erosion Diş Macunu	NaF kaynaklı 700 ppm F^-, AmF kaynaklı 700 ppm F^-, $SnCl_2$ kaynaklı 500 ppm Sn^{2+} 0.5% kitosan

3.5.1. Phytosphingosine (PHS)

Yağ bazlı bir materyal olan PHS'in (Şekil 3.9) aktif içeriğinde 4-hydroxysphinganine (%0.02) bulunmaktadır. Üretici firmadan toz olarak alınan PHS, firmanın (Interactıfs–Plateforme Cosmétique du groupe ACETO France) hazırlama talimatı göz önünde bulundurularak taze olarak hazırlandı ve kullanım süresince 4^0C'de bekletildi.

Şekil 3.9. PHS.

3.5.2. Oral B Pro-Expert All Around Protection Diş Macunu

Araştırmamızda kullanılan Oral B Pro-Expert All Around Protection (Şekil 3.10) diş macununun aktif içeriğinde kalay flor kaynaklı 1100 ppm F^-, sodyum flor kaynaklı 350 ppm F^- ve 3500 ppm kalay bulunmaktadır.

Şekil 3.10. Oral B all around protection.

3.5.3. Enamelon Preventive Treatment Jel

Araştırmamızda kullanılan Enamelon Preventive Treatment Jelin (Premier Dental Products, Plymouth Meeting, PA, USA) (Şekil 3.11) içeriğinde Kalay flor kaynaklı 970 ppm F^-, 3030 ppm kalay (%0.4 SnF_2) ve ACP bulunmaktadır.

Şekil 3.11. Enamelon Preventive Treatment jel.

3.5.4. Enamelon Diş Macunu

Araştırmamızda kullanılan Enamelon Florlu diş macununun (Premier Dental Products, Plymouth Meeting, PA, USA) (Şekil 3.12) içeriğinde kalay flor kaynaklı 1150 ppm F^-, 3600 ppm kalay ve ACP bulunmaktadır.

Şekil 3.12. Enamelon diş macunu.

3.5.5. Elmex Protection Erosion Diş Macunu

Çalışmamıza dahil edilen Elmex Protection Erosion diş macununun (Şekil 3.13) içeriğinde kalay klorür ($SnCl_2$) kaynaklı 3500 ppm kalay, 700 ppm NaF, 700 ppm Amin flor (AmF) ve %0.5 kitosan bulunmaktadır.

Şekil 3.13. Elmex Protection Erosion diş macunu.

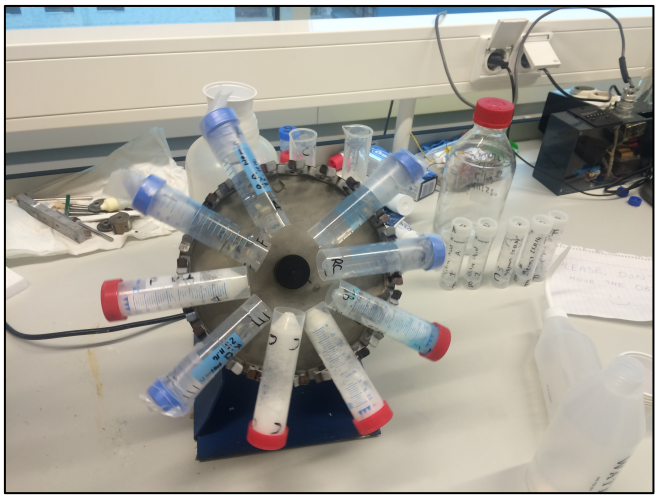
3.6. Deney Materyalleri Kullanılarak Tedavi Solüsyonlarının Hazırlanması:

Çalışmamızda kullanılacak olan PHS haricindeki tedavi solüsyonları uygulama öncesinde taze olarak hazırlandı. Remineralizasyon grubu için 7gr tedavi materyali 21ml remineralizasyon solüsyonu, yapay tükürük grubu için 7gr tedavi materyali 21ml yapay tükürük 1'e 3 oranıyla test tüplerine eklenip, test tüp rotatörü üzerinde 350rpm hızla yarım saat süresince karıştırılıp deneye hazır hale getirildi. Çalışmada Amsterdam Üniversitesi (ACTA) Diş Hekimliği Fakültesi mikrobiyoloji laboratuvarına ait Test Tüp Rotatör'ü (Acumen Labware) (Şekil 3.14) kullanıldı.

Şekil 3.14. Çalışmada kullanılan test tüp rotatörü.

3.7. Deney Örneklerinin Tedavi Edilmesi:

Kullanılacak olan tedavi solüsyonları tedavi işlem gününden bir gün önce hazırlandı ve işlem anına kadar test tüp rotatörü üzerinde karıştırılarak bekletildi. Her iki gruba ait örnekler her gün 9:30'da ve 14:30'da, önceden hazırlanmış tedavi solüsyonları içerisinde Test tüp rotatörü ile iki dakika boyunca tedavi edildi. Remineralizasyon grubuna ait negatif kontrol grubuna iki dakikalık tedavi süresince sadece 30ml remineralizasyon solüsyonu, yapay tükürük grubuna ait negatif kontrol grubuna ise iki dakikalık tedavi süresince sadece 30ml yapay tükürük solüsyonu uygulandı (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Test tüp rotatörü üzerinde iki dakika süre ile tedavi edilen mine örnekleri.

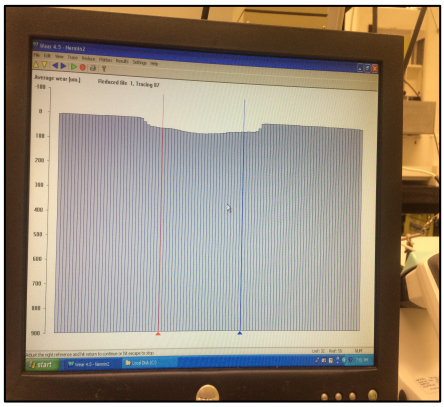
3.8. Mine örneklerine sitrik asit uygulanarak erozyon oluşturulması:

Her tedavi uygulaması ardından, tüm örnekler 30 sn de-iyonize su ile yıkanıp 10dk süre ile yine test tüp rotatörü kullanılarak sitrik asit içerisinde aşındırıldı. Asit solüsyonundan çıkarılan ve 30 sn de-iyonize su ile yıkanan Remineralizasyon grubuna ait örnekler, içerisinde 30 ml remineralizasyon solüsyonu bulunan test tüplerine, yapay tükürük grubuna ait örnekler ise, içerisinde 30 ml yapay tükürük bulunan test tüplerine konularak bir sonraki tedavi-asit döngüsüne kadar test tüp rotatörü üzerine bekletildiler. Her iki grup için 10 gün boyunca günde iki defa saat 9:30'da ve 14:30'da tedavi ve ardından asit döngüsü gerçekleştirildi.

3.9. Profilometre

10 günlük tedavi süresi sonunda her iki deney grup örneklerinin mine yüzeylerinde meydana gelen doku kayıp miktarı Amsterdam Üniversitesi (ACTA) Diş Hekimliği Fakültesi Dental Materyaller Laboratuvarında bulunan profilometre cihazı (Mitutoyo SJ 400) (Şekil 3.16) kullanılarak hesaplandı. Profilometre cihazının tablasına, okuyucu uç ile örnek diskin değme açısı 90 derece olacak şekilde yerleştirildi. Her örnek yüzeyinin üç farklı noktasından ölçümler yapıldı ve profilometre cihazına ait bilgisayar programında ortalama değerler elde edildi (Şekil 3.17).

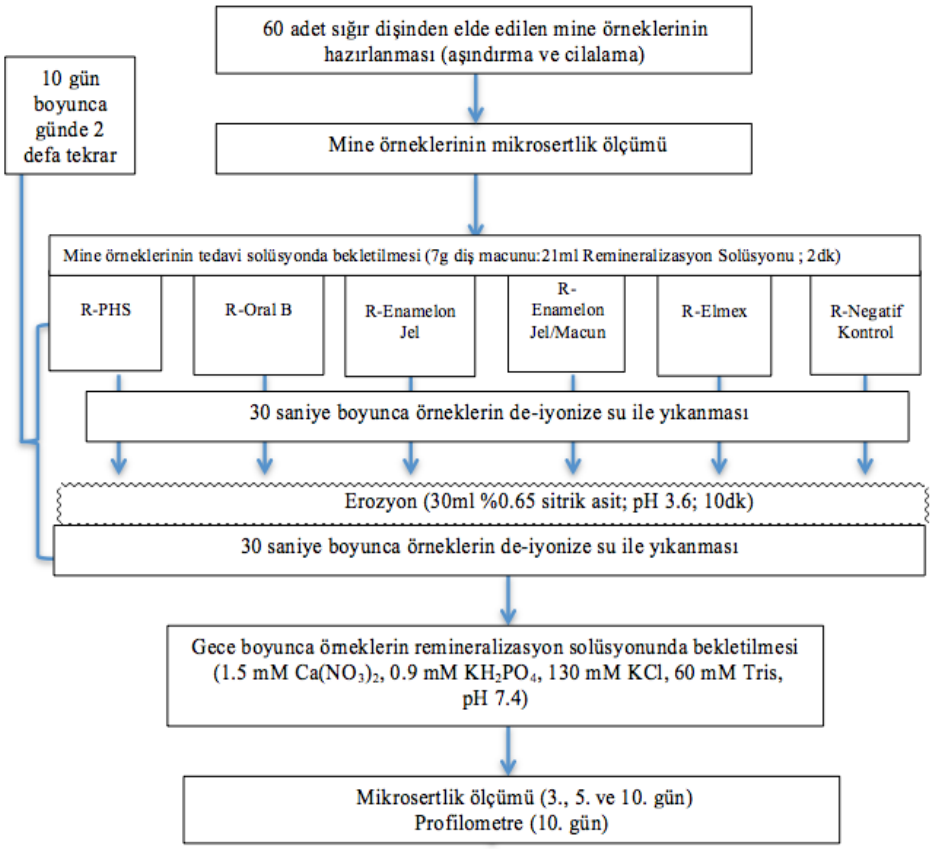
Şekil 3.16. Profilometre cihazı.



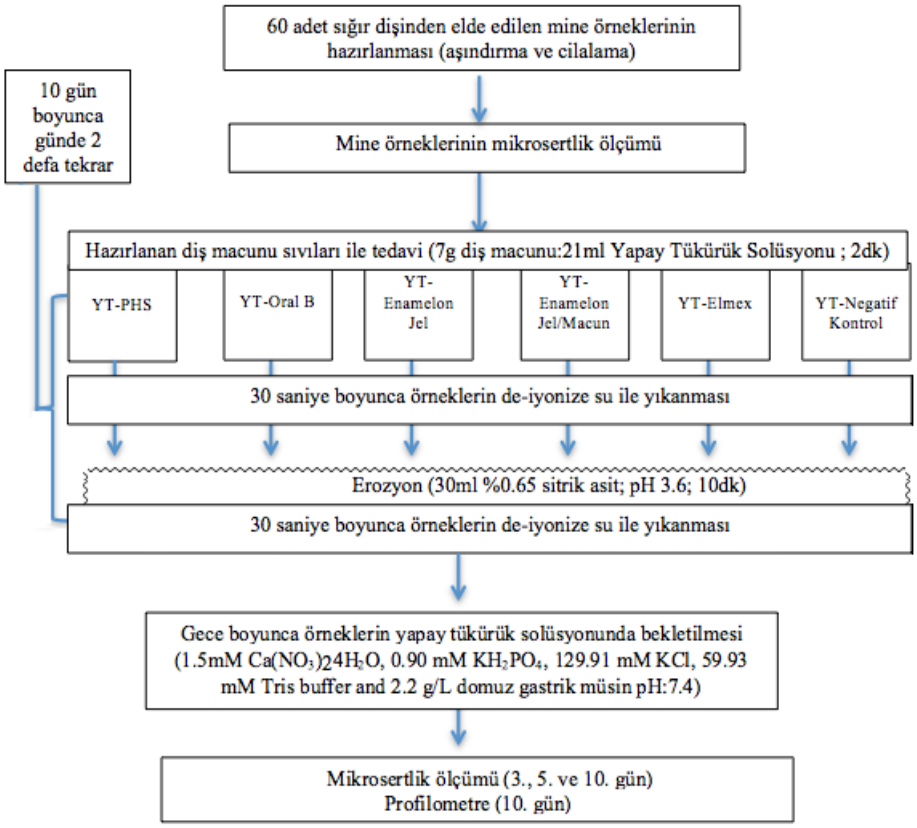
Şekil 3.17. Madde kayıp miktarının bilgisayar sisteminde görüntülenmesi.

3.10. İstatistiksel Analiz

Araştırmanın tasarlanması aşamasında örneklem büyüklüğünün hesaplanabilmesi için istatistiksel güç analizi (Power Analysis) uygulanmış ve %95 güvenle, %5 anlamlılık düzeyinde ve hedeflenen %80 istatistiksel güce ulaşabilmek için her grupta 8'er örnekle çalışılması gerektiği bulunmuştur. Bu sebeple araştırmaya olası kayıplar ve istatistiksel gücün sağlanabilmesi amacıyla 10'ar adet örnek alınmasına karar verilmiştir. Çalışma verileri değerlendirilirken değişkenlerin dağılım özellikleri Shapiro Wilk Normallik testi ile incelenmiştir ve normal dağılıma uyduğu gözlenen tüm değişkenlerin analizi için parametrik hipotez testleri uygulanmıştır. Buna göre, bağımsız iki grup arasındaki ortalama farklarının incelenmesi amacıyla İki Ortalama Arası Farkın Önemlilik testi (Student's t test), ikiden çok bağımsız grubun ortalamaları arasındaki farkın incelenmesi amacıyla Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. Varyans analizi sonucunda istatistiksel önemlilik tespit edilmesi durumunda ise gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkların ikili değerlendirilebilmesi için Tukey HSD post hoc testi uygulanmıştır. Çalışmadaki tüm istatistiksel analizler için SPSS (Statistical Package for Social Sciences Version 22.0) programı, grafikler için ise MSExcel (MS Office for Mac Version 2011) kullanılmıştır. Tüm araştırmada anlamlılık düzeyi 0,05 olarak kabul edilmiştir.



Şekil 3.18. Remineralizasyon grubu işlem akış şeması.



Şekil 3.19. Yapay tükürük grubu işlem akış şeması.

4. BULGULAR

Bu araştırmada sitrik asit uygulamasından sonra PHS, Oral B, Enamelon Jel, Enamelon Jel/Macun ve Elmex ile tedavi edilen sığır diş mine örneklerinin yüzey mikrosertlik değerleri ve sert doku madde kayıp miktarları değerlendirilmiştir. Çalışmamızda elde edilen mikrosertlik ve madde kayıp değerlerinin medyanları, ortalamaları (ort.) ve standart sapmaları (S.S.) belirlenmiş ve sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

4.1. Mikrosertlik Ölçüm Bulguları

4.1.1. Remineralizasyon Grubuna Ait Mikrosertlik Ölçüm Bulguları:

Her ölçüm gününde materyal gruplarına ait 10'ar adet örneğin her birinden 5'er tane olmak üzere toplam 300 adet mikrosertlik ölçümü alınmıştır. Başlangıç, üçüncü, beşinci ve onuncu günü olmak üzere,knoop mikrosertlik cihazı (Mitutoyo HM-124 Hardness Testing Machine Equipped with a power turret) kullanılarak elde edilen toplam 1200 verinin istatistiksel değerlendirmeleri yapılmıştır. Mikrosertlik değerleri hesaplanırken toplam Mikrosertlik yüzdelik değişimi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\%KSD_{değişim} = 100\ [KSD_{başlangıç}\ (KSD_{son\ ölçüm}/KSD_{başlangıç})]$$

Tablo 4.1. Remineralizasyon grubuna ait başlangıç gün ortalama mikrosertlik ölçüm değerleri.

	Ortalama KSD	S.S.	s
R-PHS	209,0	82,9	10
R-Oral B	223,9	50,4	10
R-Enamelon Jel	269,2	65,9	10
R- Enamelon Jel/Macun	251,9	42,2	10
R-Elmex	245,5	58,0	10
R-Negatif Kontrol	238,1	66,6	10

Çalışmanın başlangıç gününde ikiden çok bağımsız grubun ortalamaları arasındaki farkın incelenmesi amacıyla Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan her deney örneğinden alınan 5 ölçüm grup içi karşılaştırılmış ve istatistiksel bir fark gözlenmediği ($p > 0.05$) için 5 ölçümün ortalama değeri materyalin Knoop Mikrosertlik Değeri (KND) olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın başlangıç gününde alınan ölçümlerinin (Tablo 4.1) yapılan istatistiksel değerlendirmesinde R-PHS, R-Oral B, R-Enamelon Jel, R-Enamelon Jel/Macun, R-Elmex ve R-Negatif Kontrol örneklerinden alınan beşer ölçümün ortalama değerleri gruplar arası karşılaştırılmış ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$).

Tablo 4.2. Remineralizasyon grubuna ait üçüncü gün ortalama mikrosertlik ölçüm değerleri.

	Ortalama KSD	S.S.	s
R-PHS	78,5	21,0	10
R-Oral B	72,7	15,0	10
R-Enamelon Jel	81,7	18,0	10
R- Enamelon Jel/Macun	87,0	13,8	10
R-Elmex	103,9	15,3	10
R-Negatif Kontrol	75,3	21,1	10

Araştırmanın üçüncü gün ölçümleri (Tablo 4.2) değerlendirildiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür ($p < 0.05$) (Tablo 4.3). Buna göre R-Elmex'in, R-PHS, R-Oral B ve R-Negatif Kontrol'a göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosertlik değerine sahip olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). R-Elmex'in mikrosertlik değeri, R-Enamelon Jel ve R-Enamelon Jel/Macun'a göre rakamsal olarak daha yüksek olsa da, aralarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$).

R-Enamelon Jel/Macun, R-Enamelon Jel, R-PHS, R-Oral B ve R-Negatif kontrol'a göre daha yüksek mikrosertlik değeri elde edilmiş ancak fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$).

R-Enamelon Jel grubu, R-PHS grubuna, R-Oral B grubuna ve R-Negatif kontrol grubuna göre daha yüksek mikrosertlik değerine sahip olsa da aralarındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur ($p > 0.05$).

R-PHS, R-Oral B ve R-Negatif Kontrol'a göre daha yüksek mikrosertlik değerine sahip olsa da aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Tablo 4.3. Remineralizasyon grubu üçüncü gün mikrosertlik ölçümlerinin istatistiksel değerlendirilmesi (p değerleri).

	R-Oral B	R-Enamelon Jel	R-Enamelon Jel/Macun	R-Elmex	R-Negatif kontrol
R-PHS	0,977	0,998	0,886	**0,025**	0,998
R-Oral B		0,862	0,464	**0,003**	0,999
R-Enamelon Jel			0,984	0,070	0,964
R-Enamelon Jel/Macun				0,282	0,673
R-Elmex					**0,008**

Tablo 4.4. Remineralizasyon grubuna ait beşinci gün ortalama mikrosertlik değerleri.

	Ortalama KSD	S.S.	s
R-PHS	79,0	15,1	10
R-Oral B	81,4	17,7	10
R-Enamelon Jel	99,7	17,0	10
R- Enamelon Jel/Macun	100,2	12,6	10
R-Elmex	107,5	20,7	10
R-Negatif Kontrol	67,8	15,9	10

Araştırmanın beşinci gün ölçümleri değerlendirildiğinde (Tablo 4.4) gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür ($p < 0.05$). Buna göre R-Elmex, R-Enamelon Jel/Macun ve R-Enamelon Jel, R-Negatif Kontrol'e göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosertlik değerine sahip olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Diğer gruplar rakamsal olarak R-Negatif Kontrol'e göre daha yüksek mikrosertlik değerlerine sahip olsalar da aralarındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptanmıştır ($p > 0.05$) (Tablo 4.5).

R-Elmex'in, R-PHS, R-Oral B ve R-Negatif Kontrol'e göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosertlik değerine sahip olduğu gözlenmiştir ($p < 0.05$). R-Elmex'in mikrosertlik değerinin, R-Enamelon Jel ve R-Enamelon Jel/Macun'a göre rakamsal olarak daha yüksek olduğu saptanmış ancak aralarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$).

R-Enamelon Jel/Macun, R-Enamelon Jel,R-PHS, R-Oral B'de, R-Negatif Kontrol'e göre daha yüksek mikrosertlik değerleri saptanmış ancak aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$).

R-Enamelon Jel mikrosertlik değerleri, R-Oral B ve R-PHS'e göre rakamsal olarak daha yüksek olduğu saptanmıştır ancak aralarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$).

Bunun yanı sıra R-Oral B, R-PHS'e göre daha yüksek mikrosertlik değerlerine sahip olsa da aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Tablo 4.5. Remineralizasyon grubu 5. gün mikrosertlik ölçümlerinin istatistiksel değerlendirilmesi (p değerleri).

	R-Oral B	R-Enamelon Jel	R-Enamelon Jel/Macun	R-Elmex	R-Negatif kontrol
R-PHS	1,000	0,079	0,066	**0,005**	0,661
R-Oral B		0,159	0,136	**0,012**	0,456
R-Enamelon Jel			1,000	0,899	**0,001**
R-Enamelon Jel/Macun				0,924	**0,001**
R-Elmex					**0,000**

Tablo 4.6. Remineralizasyon grubuna ait 10. gün ortalama mikrosertlik değerleri.

	Ortalama KSD	S.S.	s
R-PHS	92,0	25,7	10
R-Oral B	102,5	16,6	10
R-Enamelon Jel	116,3	24,1	10
R- Enamelon Jel/Macun	117,0	16,4	10
R-Elmex	125,5	27,2	10
R-Negatif Kontrol	57,0	19,1	10

Araştırmanın onuncu gün ölçümleri değerlendirildiğinde (Tablo 4.6), tüm deney tedavi gruplarının, R-Negatif Kontrol'e göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosertlik değerine sahip oldukları görülmüştür ($p < 0.05$) (Tablo 4.7).

Tedavi deney gruplar arasında rakamsal olarak en yüksek mikrosertlik derecesine sahip olan R-Elmex ile sadece R-PHS ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu gözlenmiştir ($p < 0.05$).

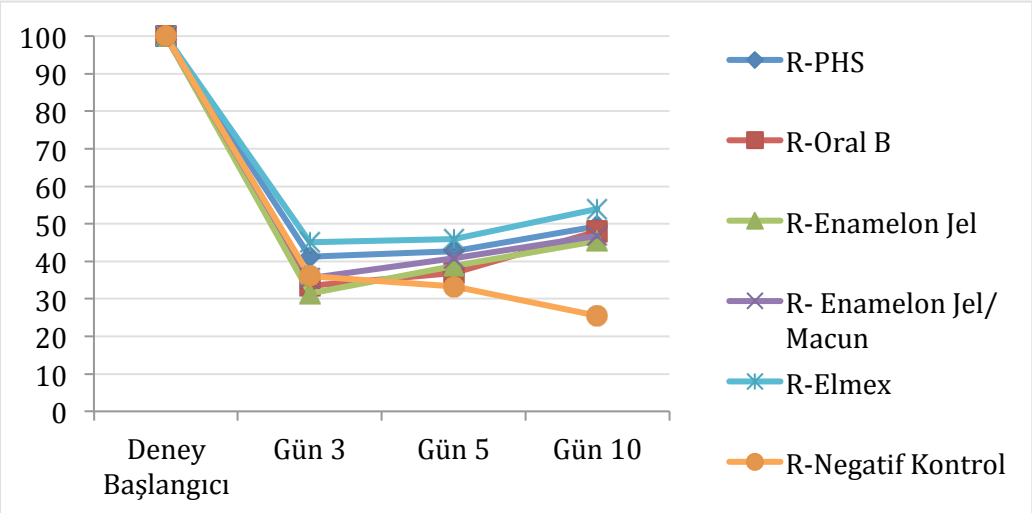
R-Enamelon Jel/Macun ile R-Enamelon Jel arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

R-Elmex mikrosertlik değerleri R-Enamelon Jel, R-Enamelon Jel/Macun ve R-Oral B'ye göre rakamsal olarak daha yüksek olsa da, aralarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$). R-Oral B, R-PHS'e göre daha yüksek mikrosertlik değerlerine sahip olup, aralarındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptanmıştır ($p > 0.05$).

Tablo 4.7. Remineralizasyon grubundaki materyallerin 10. gün mikrosertlik ölçümlerinin istatistiksel değerlendirilmesi (p değerleri).

	R-Oral B	R-Enamelon Jel	R-Enamelon Jel/Macun	R-Elmex	R-Negatif kontrol
R-PHS	0,888	0,150	0,129	**0,014**	**0,010**
R-Oral B		0,728	0,685	0,195	**0,000**
R-Enamelon Jel			1,000	0,933	**0,000**
R-Enamelon Jel/Macun				0,951	**0,000**
R-Elmex					**0,000**

Remineralizasyon grubuna ait deney gruplarında deney süresince gözlenen mikrosertlik değerleri Şekil 4.1. de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Remineralizasyon deney gruplarında izlenen mikrosertlik ölçüm değerleri: Başlangıç mikrosertlik ölçüm değerleri tüm gruplar için %100 olarak kabul edilmiş, günlerdeki değişimler yüzde olarak %KSD değişim= $KSD_{son\ ölçüm}/KSD_{ilk\ ölçüm}$x100% formülüne göre hesaplanmıştır.

4.1.2. Yapay Tükürük Grubuna Ait Mikrosertlik Ölçüm Bulguları:

Her ölçüm gününde materyal gruplarına ait 10'ar adet örneğin her birinden 5'er tane olmak üzere toplam 300 adet Mikrosertlik ölçümü alınmıştır. Çalışmanın başlangıç, üçüncü, beşinci ve onuncu günü olmak üzere toplam 1200 ölçüm alınmış ve elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmeleri yapılmıştır

Tablo 4.8. Yapay tükürük grubuna ait başlangıç gün mikrosertlik değerleri.

	Ortalama KSD	S.S.	s
YT-PHS	249,1	60,3	10
YT-Oral B	264,4	22,8	10
YT-Enamelon Jel	238,6	41,5	10
YT-Enamelon Jel/Macun	253,2	24,3	10
YT-Elmex	239,6	35,0	10
YT-Negatif Kontrol	215,5	65,2	10

Çalışmanın başlangıç gününde ikiden çok bağımsız grubun ortalamaları arasındaki farkın incelenmesi amacıyla Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan her deney örneğinden alınan 5 ölçüm grup içi karşılaştırılmış ve istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmediği ($p > 0.05$) için 5 ölçümün ortalama değeri materyalin Knoop Mikrosertlik Değeri (KND) olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın başlangıç gününde alınan ölçümlerinin (Tablo 4.8.) yapılan istatistiksel değerlendirmesinde YT-PHS, YT-Oral B, YT-Enamelon Jel, YT-Enamelon Jel/Macun, YT-Elmex ve YT-Negatif Kontrol örneklerinden alınan beşer ölçümün ortalama değerleri gruplar arası karşılaştırılmış ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$) (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Yapay tükürük grubuna ait üçüncü gün mikrosertlik değerleri.

	Ortalama KSD	S.S.	s
YT-PHS	55,4	9,9	10
YT-Oral B	50,2	8,7	10
YT-Enamelon Jel	49,4	12,4	10
YT-Enamelon Jel/Macun	52,2	8,2	10
YT-Elmex	74,6	14,4	10
YT-Negatif Kontrol	40,9	7,7	10

Araştırmanın üçüncü gün ölçümleri değerlendirildiğinde (Tablo 4.9), YT-Elmex ve YT-PHS örneklerinde, YT-Negatif Kontrol örneklerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosertlik değerleri saptanmıştır ($p < 0.05$) (Tablo 4.10). YT-Elmex'in, diğer tüm tedavi gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosertlik değerine sahip olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

YT-PHS, YT-Oral B ve YT-Enamelon Jel örnekleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptanmıştır ($p > 0.05$).

Tablo 4.10. Yapay tükürük grubundaki materyallerin 3. gün mikrosertlik ölçümlerinin istatistiksel değerlendirilmesi (p değerleri).

	YT-Oral B	YT-Enamelon Jel	YT-Enamelon Jel/Macun	YT-Elmex	YT-Negatif Kontrol
YT-PHS	0,877	0,796	0,983	**0,002**	**0,035**
YT-Oral B		1,000	0,998	**0,000**	0,363
YT-Enamelo Jel			0,991	**0,000**	0,464
YT-Enamelo Jel/Macun				**0,000**	0,170
YT-Elmex					**0,000**

Tablo 4.11. Yapay tükürük grubuna ait beşinci gün mikrosertlik değerleri.

	Ortalama KSD	S.S.	s
YT-PHS	91,1	21,1	10
YT-Oral B	97,6	7,0	10
YT-Enamelon Jel	90,4	23,9	10
YT-Enamelon Jel/Macun	97,2	7,8	10
YT-Elmex	106,8	17,9	10
YT-Negatif Kontrol	64,1	17,6	10

Araştırmanın beşinci gün ölçümleri değerlendirildiğinde (Tablo 4.11) tüm tedavi gruplarında YT-Negatif Kontrol'a göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosertlik değerleri saptanmıştır ($p < 0.05$) (Tablo 4.12).

YT-Elmex grubu örneklerinde tüm tedavi gruplarına göre rakamsal olarak daha yüksek mikrosertlik değerleri saptansa da, gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$).

YT-Oral B grup örneklerinde, YT-Enamelon Jel/Macun, YT-PHS ve YT-Enamelon Jel tedavi gruplarına göre rakamsal olarak daha yüksek mikrosertlik değerleri saptansa da, gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değildir ($p > 0.05$).

YT-PHS, YT-Enamelon Jel'e göre rakamsal olarak daha yüksek mikrosertlik değerine sahip olsa da, aralarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$).

Tablo 4.12. Yapay tükürük grubundaki materyallerin 5. gün mikrosertlik ölçümlerinin istatistiksel değerlendirilmesi (p değerleri).

	YT-Oral B	YT-Enamelon Jel	YT-Enamelon Jel/Macun	YT-Elmex	YT-Negatif Kontrol
YT-PHS	0,956	1,000	0,967	0,329	**0,011**
YT-Oral B		0,934	1,000	0,836	**0,001**
YT-Enamelo Jel			0,948	0,284	**0,014**
YT-Enamelo Jel/Macun				0,809	**0,001**
YT-Elmex					**0,000**

Tablo 4.13. Yapay tükürük grubuna ait 10. gün mikrosertlik değerleri.

	Ortalama KSD	S.S.	s
YT-PHS	110,1	26,6	10
YT-Oral B	117,7	21,1	10
YT-Enamelon Jel	111,5	36,4	10
YT-Enamelon Jel/Macun	133,8	45,2	10
YT-Elmex	143,7	30,7	10
YT-Negatif Kontrol	58,9	19,5	10

Araştırmanın onuncu gün ölçümleri değerlendirildiğinde (Tablo 4.13), tüm tedavi gruplarında, YT-Negatif Kontrol örneklerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosertlik değerleri saptanmıştır ($p < 0.05$) (Tablo 4.14).

YT-Elmex diğer tüm tedavi gruplarına göre rakamsal olarak daha yüksek mikrosertlik değerine sahip olsa da tedavi materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ($p < 0.05$).

YT-Enamelon Jel/Macun'un, YT-Oral B, YT-PHS ve YT-Enamelon Jel ile arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$).

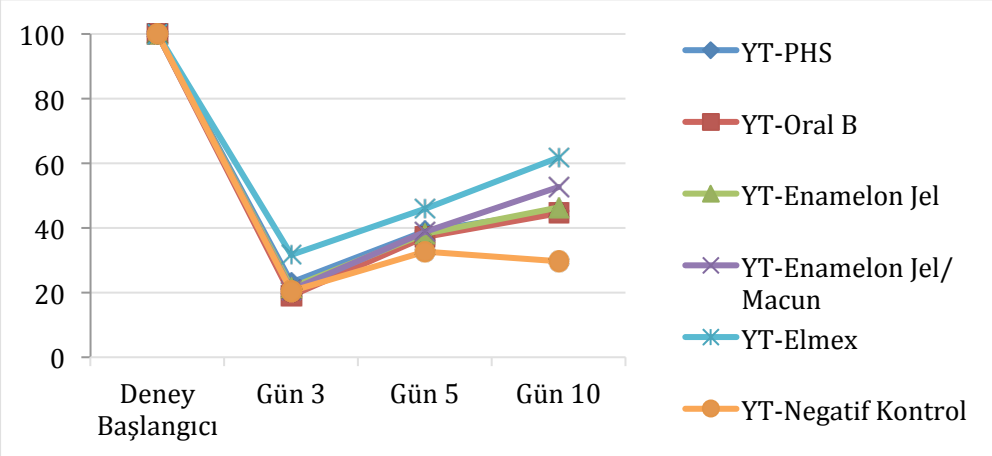
YT-Enamelon Jel/Macun, YT-PHS ve YT-Enamelon Jel'e göre daha yüksek mikrosertlik değerine sahip olsa da aralarındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur ($p > 0.05$).

YT-PHS, YT-Enamelon Jel'e göre daha yüksek mikrosertlik değerine sahiptir ancak aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Tablo 4.14. Yapay tükürük grubundaki materyallerin 10. gün mikrosertlik ölçümlerinin istatistiksel değerlendirilmesi (p değerleri).

	YT-Oral B	YT-Enamelon Jel	YT-Enamelon Jel/Macun	YT-Elmex	YT-Negatif Kontrol
YT-PHS	0,994	1,000	0,539	0,172	**0,007**
YT-Oral B		0,998	0,855	0,434	**0,001**
YT-Enamelo Jel			0,605	0,210	**0,005**
YT-Enamelo Jel/Macun				0,980	**0,000**
YT-Elmex					**0,000**

Yapay tükürük grubuna ait deney gruplarında deney süresince gözlenen mikrosertlik değerleri Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Yapay tükürük deney gruplarında izlenen mikrosertlik ölçüm değerleri: Başlangıç mikrosertlik ölçüm değerleri tüm gruplar için %100 olarak kabul edilmiş, günlerdeki değişimler yüzde olarak %KSD değişim= $KSD_{son\ ölçüm}/KSD_{ilk\ ölçüm}$x100% formülüne göre hesaplanmıştır.

4.1.3. PHS Remineralizasyon (R-PHS) ve Yapay Tükürük (YT-PHS) Gruplarının Mikrosertlik Değerlerinin Karşılaştırması:

Çalışmanın başlangıç günlerinde elde edilen PHS ve PHS2 ölçümleri değerlendirildiğinde, gruplar arasında istatistiksel anlamda bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$) (Tablo 4.15).

Tablo 4.15. PHS remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının başlangıç günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-PHS	10	209,0	82,9	0,23
YT-PHS	10	249,1	60,3	

Çalışmanın üçüncü gününde elde edilen R-PHS ve YT-PHS ölçümleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$) (Tablo 4.16).

Tablo 4.16. PHS remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının üçüncü günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-PHS	10	78,5	21,0	**0,008**
YT-PHS	10	55,4	9,9	

Çalışmanın beşinci gününde elde edilen R-PHS ve YT-PHS ölçümleri değerlendirildiğinde, aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0.05$) (Tablo 4.17).

Tablo 4.17. PHS remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının beşinci günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-PHS	10	79,0	15,1	0.16
YT-PHS	10	91,1	21,1	

Deneylerin 10. gününde elde edilen R-PHS ve YT-PHS ölçümleri değerlendirildiğinde, gruplar arasında anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$) (Tablo 4.18).

Tablo 4.18. PHS remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının 10. günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-PHS	10	92,0	25,7	0.14
YT-PHS	10	110,1	26,6	

4.1.4. Oral B Remineralizasyon (R-Oral B) ve Yapay Tükürük (YT-Oral B) Gruplarının Mikrosertlik Değerlerinin Karşılaştırması:

Çalışmanın başlangıç gününde elde edilen R-Oral B ve YT-Oral B ölçümleri değerlendirildiğinde, YT-Oral B, R-Oral B'ye göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosertlik değerine sahip olduğu görülmüştür ($p < 0.05$) (Tablo 4.19).

Tablo 4.19. Oral B remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının başlangıç günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-Oral B	10	223,9	50,4	**0.01**
YT-Oral B	10	264,4	22,8	

Çalışmanın üçüncü gününde elde edilen R-Oral B ve YT-Oral B ölçümleri değerlendirildiğinde, aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ($p < 0.05$) (Tablo 4.20).

Tablo 4.20. Oral B remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının üçüncü gününde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-Oral B	10	72,7	15,0	**0.001**
YT-Oral B	10	50,2	8,7	

Çalışmanın beşinci gününde elde edilen R-Oral B ve YT-Oral B ölçümleri değerlendirildiğinde, YT-Oral B'nin R-Oral B'ye göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosertlik değerine sahip olduğu görülmüştür ($p < 0.05$) (Tablo 4.21).

Tablo 4.21. Oral B remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının beşinci gününde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-Oral B	10	81,4	17,7	**0.02**
YT-Oral B	10	97,6	7,0	

Çalışmanın 10. gününde elde edilen R-Oral B ve YT-Oral B ölçümleri değerlendirildiğinde, aralarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$) (Tablo 4.22).

Tablo 4.22. Oral B remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının 10. günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-Oral B	10	102,5	16,6	0.09
YT-Oral B	10	117,7	21,1	

4.1.5. Enamelon Jel Remineralizasyon (R-Enamelon Jel) ve Yapay Tükürük (YT-Enamelon Jel) Gruplarının Mikrosertlik Değerlerinin Karşılaştırması:

Çalışmanın başlangıç gününde elde edilen R-Enamelon Jel ve YT-Enamelon Jel ölçümleri değerlendirildiğinde, aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$) (Tablo 4.23).

Tablo 4.23. Enamelon Jel remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının başlangıç günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-Enamelon Jel	10	269,2	65,9	0.23
YT-Enamelon Jel	10	238,6	41,5	

Çalışmanın üçüncü gününde elde edilen R-Enamelon Jel ve YT-Enamelon Jel ölçümleri değerlendirildiğinde, aralarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark görülmüştür ($p < 0.05$) (Tablo 4.24).

Tablo 4.24. Enamelon jel remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının üçüncü günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-Enamelon Jel	10	81,7	18,0	**0.001**
YT-Enamelon Jel	10	49,4	12,4	

Çalışmanın beşinci gününde elde edilen R-Enamelon Jel ve YT-Enamelon Jel ölçümleri değerlendirildiğinde, aralarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$) (Tablo 4.25).

Tablo 4.25. Enamelon Jel remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının beşinci günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-Enamelon Jel	10	99,7	17,0	0.33
YT-Enamelon Jel	10	90,4	23,9	

Çalışmanın 10. gününde elde edilen R-Enamelon Jel ve YT-Enamelon Jel ölçümleri değerlendirildiğinde, aralarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$) (Tablo 4.26).

Tablo 4.26. Enamelon jel remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının 10. günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-Enamelon Jel	10	116,3	24,1	0.73
YT-Enamelon Jel	10	111,5	36,4	

4.1.6. Enamelon Jel/Macun Remineralizasyon (R-Enamelon Jel/Macun) ve Yapay Tükürük (YT-Enamelon Jel/Macun) Gruplarının Mikrosertlik Değerlerinin Karşılaştırması:

Çalışmanın başlangıç gününde elde edilen R-Enamelon Jel/Macun ve YT-Enamelon Jel/Macun ölçümleri değerlendirildiğinde, aralarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$) (Tablo 4.27).

Tablo 4.27. Enamelon Jel/Macun remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının başlangıç günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-Enamelon Jel/Macun	10	251,9	42,2	0.93
YT-Enamelon Jel/Macun	10	253,2	24,3	

Çalışmanın üçüncü gününde elde edilen R-Enamelon Jel/Macun ve YT-Enamelon Jel/Macun ölçümleri değerlendirildiğinde, aralarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark gözlenmiştir ($p < 0.05$) (Tablo 4.28).

Tablo 4.28. Enamelon Jel/Macun remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının üçüncü günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-Enamelon Jel/Macun	10	87,0	13,8	**0.001**
YT-Enamelon Jel/Macun	10	52,2	8,2	

Çalışmanın beşinci gününde elde edilen R-Enamelon Jel/Macun ve YT-Enamelon Jel/Macun ölçümleri değerlendirildiğinde, aralarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$) (Tablo 4.29).

Tablo 4.29. Enamelon Jel/Macun remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının beşinci günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-Enamelon Jel/Macun	10	100,2	12,6	0.93
YT-Enamelon Jel/Macun	10	97,2	7,8	

Çalışmanın 10. gününde elde edilen R-Enamelon Jel/Macun ve YT-Enamelon Jel/Macun ölçümleri değerlendirildiğinde, YT-Enamelon Jel/Macun tedavi örneklerinde, R-Enamelon Jel/Macun'a göre istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$) (Tablo 4.30).

Tablo 4.30. Enamelon Jel/Macun remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının 10. günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-Enamelon Jel/Macun	10	117,0	16,4	0.29
YT-Enamelon Jel/Macun	10	133,8	45,2	

4.1.7. Elmex Remineralizasyon (R-Elmex) ve Yapay Tükürük (YT-Elmex) Gruplarının Mikrosertlik Değerlerinin Karşılaştırması:

Çalışmanın başlangıç gününde elde edilen R-Elmex ve YT-Elmex ölçümleri değerlendirildiğinde, aralarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$) (Tablo 4.31).

Tablo 4.31. Elmex remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının başlangıç günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-Elmex	10	245,5	58,0	0.79
YT-Elmex	10	239,6	35,0	

Çalışmanın üçüncü gününde elde edilen R-Elmex ve YT-Elmex ölçümleri değerlendirildiğinde, aralarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark gözlenmiştir ($p < 0.05$) (Tablo 4.32).

Tablo 4.32. Elmex remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının üçünü günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-Elmex	10	103,9	15,3	**0.001**
YT-Elmex	10	74,6	14,4	

Çalışmanın beşinci gününde elde edilen R-Elmex ve YT-Elmex ölçümleri değerlendirildiğinde, aralarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir (p > 0.05) (Tablo 4.33).

Tablo 4.33. Elmex remineralizasyon grubu ve yapay tükürük gruplarının beşinci günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-Elmex	10	107,5	20,7	0.94
YT-Elmex	10	106,8	17,9	

Çalışmanın 10. gününde elde edilen R-Elmex ve YT-Elmex ölçümleri değerlendirildiğinde, aralarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir (p > 0.05) (Tablo 4.34).

Tablo 4.34. Elmex remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının 10. günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-Elmex	10	125,5	27,2	0.178
YT-Elmex	10	143,7	30,7	

4.1.8. Negatif Kontrol Remineralizasyon (R-Negatif Kontrol) ve yapay tükürük (YT-Negatif Kontrol) Gruplarının Mikrosertlik Değerlerinin Karşılaştırması:

Çalışmanın başlangıç gününde elde edilen R-Negatif Kontrol ve YT-Negatif Kontrol ölçümleri değerlendirildiğinde, aralarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$) (Tablo 4.35).

Tablo 4.35. Negatif kontrol remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının başlangıç günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-Negatif Kontrol	10	238,1	66,6	0.45
YT-Negatif Kontrol	10	215,5	65,2	

Çalışmanın üçüncü gününde elde edilen R-Negatif Kontrol ve YT-Negatif Kontrol ölçümleri değerlendirildiğinde, R-Negatif Kontrol'un YT-Negatif Kontrol'a göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosertlik değerine sahip olduğu görülmüştür ($p < 0.05$) (Tablo 4.36).

Tablo 4.36. Negatif kontrol remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının üçüncü gününde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-Negatif Kontrol	10	75,3	21,1	**0.001**
YT-Negatif Kontrol	10	40,9	7,7	

Çalışmanın beşinci gününde elde edilen R-Negatif Kontrol ve YT-Negatif Kontrol ölçümleri değerlendirildiğinde, aralarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$) (Tablo 4.37).

Tablo 4.37. Negatif kontrol remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının beşinci günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-Negatif Kontrol	10	67,8	15,9	0.63
YT-Negatif Kontrol	10	64,1	17,6	

Çalışmanın 10. gününde elde edilen R-Negatif Kontrol ve YT-Negatif Kontrolölçümleri değerlendirildiğinde, aralarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$) (Tablo 4.38).

Tablo 4.38. Negatif kontrol remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarının 10. günlerinde elde edilen mikrosertlik değerlerinin karşılaştırması.

	s	Ortalama KSD	S.S.	p
R-Negatif Kontrol	10	57,0	19,1	0.83
YT-Negatif Kontrol	10	58,9	19,5	

Mikrosertlik sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, tüm deney örneklerine, remineralizasyon ya da yapay tükürük solüsyon uygulamalarının, sonuçlar üzerinde etkisinin olmadığı görülmüştür.

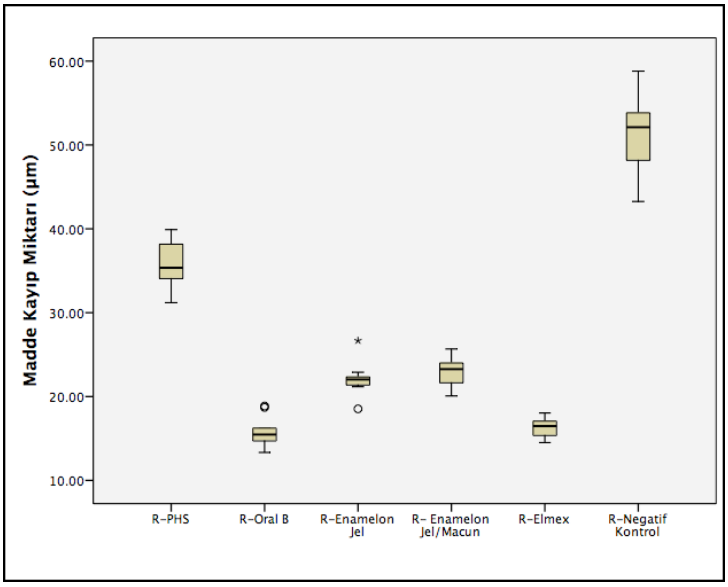
4.2. Profilometre Ölçüm Bulguları

4.2.1. Remineralizasyon Grubu Profilometre Ölçüm Bulguları:

Çalışmanın son günü olan 10. gününde remineralizasyon grubundan elde edilen tüm gruplardaki 10'ar adet örneğin her birinden 3'er tane olmak üzere toplam 180 adet ölçüm yapılmıştır (Tablo 4.39) Çalışmanın başlangıç gününde ikiden çok bağımsız grubun ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel incelenmesi amacıyla Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) kullanılmıştır (Şekil 4.3).

Tablo 4.39. Remineralizasyon grubuna ait 10. gün profilometre ölçümleri.

Grup İsmi	**Profilometre Ölçümleri** (Ortalama ± S.S.)
R-PHS	35,6 ± 2,8 µm
R-Oral B	15,8 ± 1,8 µm
R-Enamelon Jel	22,1 ±2,0 µm
R-Enamelon Jel/Macun	22,9 ± 1,8 µm
R-Elmex	16,2 ± 1,2 µm
R-Negatif Kontrol	51,2 ± 4,4 µm



Şekil 4.3. Remineralizasyon grubu profilometre ölçüm değerleri.

Çalışmanın 10. gününde profiometre ile yapılan ölçümler sonucu elde edilen madde kayıp değerleri incelendiğinde, en fazla madde kaybı gözlenen 51,2 ± 4,4 µm değerlerine sahip negatif kontrol gruplarından elde edilen değerle, tüm deney grupları örneklerinden elde edilen değerler arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$).

Çalışmada profilometre ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde gruplar arasında en az madde kaybı 15,8 ± 1,8 µm değere sahip olan R-Oral B grubunda bulunmuştur.

R-Oral B, 16,2 ± 1,2 µm'lik madde kaybı olan R-Elmex'e göre rakamsal olarak daha az madde kaybına neden olsa da aralarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$).

R-Oral B ve R-Elmex gruplarının profilometre ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde, R-Enamelon Jel/Macun (22,9 ± 1,8 µm), R-Enamelon Jel (22,1 ± 2,0 µm) ve R-PHS (35,6 ± 2,8 µm) gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha az madde kaybına sahip oldukları görülmüştür ($p < 0.05$).

R-Enamelon Jel/Macun grubu ve R-Enamelon Jel'e göre daha az madde kaybı değerleri gösterse de, aralarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$).

Tablo 4.40. Remineralizasyon grubundaki materyallerin 10. gün profilometre değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi (p değerleri).

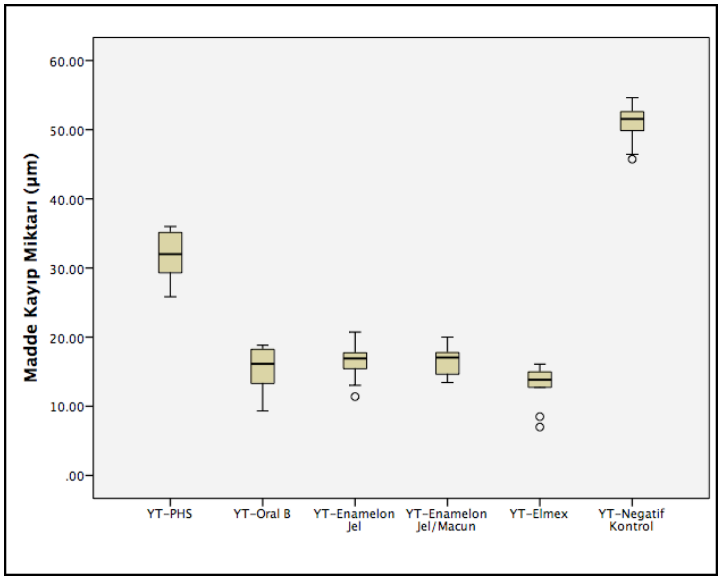
	R-Oral B	R-Enamelon Jel	R-Enamelon Jel/Macun	R-Elmex	R-Negatif kontrol
R-PHS	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
R-Oral B		**0,000**	**0,000**	0,998	**0,000**
R-Enamelon Jel			0,997	**0,000**	**0,000**
R-Enamelon Jel/Macun				**0,000**	**0,000**
R-Elmex					**0,000**

4.2.2. Yapay Tükürük Grubuna Ait Profilometre Ölçüm Bulguları

Çalışmanın 10. gününde yapay tükürük grubuna ait tüm gruplardaki 10'ar adet örneğin her birinden 3'er tane olmak üzere toplam 180 adet ölçüm yapılmış ve elde edilen veriler (Tablo 4.41) Çalışmanın başlangıç gününde ikiden çok bağımsız grubun ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel incelenmesi amacıyla Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) kullanılmıştır (Şekil 4.4).

Tablo 4.41. Yapay tükürük grubuna ait 10. gün profilometre ölçüm değerleri.

Grup ismi	**Profilometre Ölçümleri** (Ortalama ± S.S.)
YT-PHS	31,7 ± 3,3 µm
YT-Oral B	15,6 ± 2,9 µm
YT-Enamelon Jel	16,5 ± 2,7 µm
YT-Enamelon Jel/Macun	16,8 ± 2,1 µm
YT-Elmex	13,1 ± 3,0 µm
YT-Negatif Kontrol	50,7 ± 2,8 µm



Şekil 4.4. Yapay tükürük grubu profilometre ölçüm değerleri.

Çalışmanın 10. gününde profiometre ile yapılan ölçümler sonucu elde edilen madde kayıp değerleri incelendiğinde, en fazla madde kaybı gözlenen 50,7 ± 2,8 µm değerine sahip negatif kontrol gruplarından elde edilen değerle, tüm deney grupları örneklerinden elde edilen değerler arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$).

YT-Negatif Kontrol grubundan sonra en fazla madde kaybı, 31,7 ± 3,3 µm değeri ile YT-PHS grubunda bulunmuştur.

YT-Elmex (13,1 ± 3,0 µm) , YT-Oral B (15,6 ± 2,9 µm), YT-Enamelon Jel (16,5 ± 2,7 µm) ve YT-Enamelon Jel/Macun (16,8 ± 2,1 µm) grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$).

Yapay Tükürük deney grupları arasında rakamsal olarak en az madde kaybı YT-Elmex grubunda olmasına karşın, istatistiksel olarak anlamlı fark yalnızca YT-Elmex ve YT-PHS grupları arasında bulunmuştur ($p < 0.05$)

YT-Oral B grubu profilometre ölçüm değerleri, YT-Enamelon Jel/Macun ve YT-Enamelon Jel gruplarından elde edilen değerlere göre rakamsal olarak daha az olsa da, fark istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değildir ($p > 0.05$).

Tablo 4.42. Yapay tükürük grubunun 10. gün profilometre değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi (p değerleri).

	YT-Oral B	YT-Enamelon Jel	YT-Enamelon Jel/Macun	YT-Elmex	YT-Negatif Kontrol
YT-PHS	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
YT-Oral B		0,980	0,937	0,367	**0,000**
YT-Enamelo Jel			1,000	0,094	**0,000**
YT-Enamelo Jel/Macun				0,056	**0,000**
YT-Elmex					**0,000**

Araştırmamızda yapay tükürük ve remineralizasyon gruplarından elde edilen değerler istatistiksel olarak karşılaştırılmış ve sonuçlar tablo 4.42'de gösterilmiştir.

Tablo 4.43. Remineralizasyon ve yapay tükürük gruplarında meydana gelen madde kayıp miktarlarının karşılaştırılması (µm; ortalama ± standart sapma). Her kolonda aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır (p > 0.05).

	Remineralizasyon Grubu (µm)	*Yapay Tükürük Grubu (µm)*	*p* değeri
PHS	35,6 ± 2,8[a]	31,7 ± 3,3[e]	**0,013**
Oral B	15,8 ± 1,8[b]	15,6 ± 2,9[f]	0,87
Enamelon Jel	22,1 ± 2,0[c]	16,5 ± 2,7[f]	**0,000**
Enamelon Jel/Macun	22,9 ± 1,8[c]	16,8 ± 2,1[f]	**0,000**
Elmex	16,2 ± 1,2[b]	13,1 ± 3,0[f]	**0,006**
Negatif Kontrol	51,2 ± 4,4[d]	50,7 ± 2,8[g]	0,79

Yapay tükürük ve remineralizasyon grupları karşılaştırıldığında, PHS'in yapay tükürük grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha az madde kaybına neden olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$).

Oral B gruplarında ise, yapay tükürük ve remineralizasyon grupları arasında istatistiksel düzeyde anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>0.05$).

Yapay tükürük ve remineralizasyon grupları karşılaştırıldığında, Enamelon Jel'in yapay tükürük grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha az madde kaybına neden olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$).

Enamelon Jel/Macun gruplarından elde edilen ölçümler değerlendirildiğinde, yapay tükürük grubundaki örneklerde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha az madde kaybı görülmüştür ($p < 0.05$).

Elmex gruplarından elde edilen ölçümler değerlendirildiğinde, Elmex'in yapay tükürük grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha az madde kaybına neden olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$).

Negatif Kontrol gruplarında ise yapay tükürük ve remineralizasyon grupları arasında istatistiksel düzeyde anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>0.05$).

5. TARTIŞMA

Eroziv diş aşınması; diş hekimleri, toplum ağız diş sağlığı araştırmacıları ve dental araştırmacılar tarafından yıllar boyunca pek önemsenmese de, günümüzde diş erozyonunu ilgilendiren tüm problemler ve sorular diş hekimliği araştırmaları arasında önemli bir alanı kapsamaktadır. Dental erozyon, bakteri içermeksizin asit kaynaklı lokalize, kronik, patolojik ve geri dönüşümsüz meydana gelen sert doku kaybı olarak tanımlanır (Ten Cate ve Imfeld, 1996).

Gastro özofajial reflü, kusma, regürjitasyon, anorexia, bulimiya nervoza, gibi içsel faktörlerden (Lussi, 2006), diyet (asidik yiyecek ve içecekler), spor aktiviteleri (klorlu havuz suyu), ilaçlar (asidik ilaçlar veya tükürük akışını azaltan ilaç kullanımı) ve gün içerisindeki alışkanlıklar (içeceğin tüketim şekli, uyku öncesi asitli içecek tüketimi) gibi dış kaynaklı faktörlerin (Zero, 1996) yanı sıra, tükürük özellikleri, diş ve doku anatomisi gibi kişiye özgü faktörler de (Hara ve diğerleri, 2006b) dental erozyon gelişiminde etkili olabilmektedir. Bunun yanı sıra dental erozyon; eğitim seviyesi, kültür, beslenme ve coğrafik faktörlerden etkilenmektedir (Litonjua ve diğerleri, 2003). Dental erozyon süreci kompleks bir patoloji olup, kimyasal, biyolojik ve davranışsal faktörlerden etkilendiğinden, risk faktörlerinin belirlenmesi zordur.

Diş macunları genel ağız diş sağlığı devamlılığının sağlanmasında önemli rol oynamaktadırlar. Diş macunu kullanımı ile günlük elde edilen flor yardımıyla, asidik yiyecek ve içecek kaynaklı asit atakları sebebiyle oluşan eroziv demineralizasyondan korunma sağlanacağı ileri sürülmüştür (Ganss ve diğerleri, 2013). Literatür incelediğinde, dental erozyonun engellenmesi ve tedavi edilmesini inceleyen çalışmalar dikkat çekmektedir (Rios ve diğerleri, 2008; Moretto ve diğerleri, 2010; Carvalho ve Lussi, 2014). Yapılan bazı çalışmalarda florun dental erozyon karşısında koruyucu etkinliğinin olduğu bildirilse de, (Ganss ve diğerleri, 2007b; Comar ve diğerleri, 2012) tek başına tam anlamıyla koruyucu etkisinin olmadığını bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Magalhães ve diğerleri, 2007; Rios ve diğerleri, 2008;

Moretto ve diğerleri, 2010). Bu nedenle florun yanı sıra farklı materyallerin dental erozyon profilaksisindeki etkileri araştırılması gereken bir konu olup (Carvalho ve Lussi, 2014), asit atakları karşısında diş yüzeylerinde madde kaybı oluşumuna engel olacak koruyucu özellikteki yeni materyallere ihtiyaç duyulmaktadır.

Literatürde dental erozyon oluşumunun engellenmesi için birçok materyal incelenmektedir. Bunlardan bazıları, kalay flor (SnF_2), sodyum flor (NaF), kazein fosfopeptit amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP) (Ramalingam ve diğerleri, 2005; Manton ve diğerleri, 2010), Silika, hidroksiapatit nanopartikülleri (Besinis ve diğerleri, 2014), SnF, $SnCl_2$+NaF veya titanium tetraflor gibi multivalent metal iyonları (Wiegand ve diğerleri, 2008c) ve kitosan içeren materyallerdir (Ganss ve Lussi, 2014; Carvalho ve Lussi, 2014). Bu içeriğe sahip materyallerin kullanımına rağmen dünya genelinde dental erozyonun artan prevalansı, günümüzde kullanılan anti-eroziv materyallere alternatif yeni materyallere ihtiyaç duyulduğu gerçeğini göstermektedir. Bu bağlamda tez çalışmamızın amacı, flor, kalay ve kitosan içerikli anti-eroziv özellikteki materyallere alternatif olabileceği düşünülen phytosphingosine (PHS)'in etkinliğinin değerlendirilmesi ve gruplar arasında anti-eroziv etkisi en yüksek materyalin *in-vitro* koşullarda belirlenerek, konuyla ilgili yapılacak klinik çalışmalara ve topluma yönelik planlanan koruyucu uygulamalara temel oluşturacak sonuçların elde edilmesidir.

Literatür incelendiğinde NaF uygulamasının, dental erozyon profilaksisinde yeterli korumayı sağlayamadığı görülmüştür (Magalhães ve diğerleri, 2007; Rios ve diğerleri, 2008; Moretto ve diğerleri, 2010). Wiegand ve ark. (2009) çalışmalarında AmF, NaF ve SnF_2 içerikli materyallerin, asit atağı ile gerçekleşen madde kaybı üzerindeki koruyucu etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar SnF_2 ve AmF gruplarının NaF grubu ve kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı koruma sağladığını bildirmişlerdir. NaF grubunda ise kontrol grubu ile benzer sonuçlar elde edilmiştir (Wiegand ve diğerleri, 2009).

Hjortsjo ve ark. (2010)'da HF-, SnF_2, TiF_4 ve NaF solüsyonlarının dental erozyon üzerindeki koruyucu etkinliklerini araştırdıkları çalışmada NaF'ün erozyon üzerinde koruyucu etkisi olmadığını bildirmişlerdir (Hjortsjo ve diğerleri, 2010).

Yu ve ark. (2010) $SnCl_2$/AmF/Na ile NaF solüsyon uygulamasının ardından hidroklorik asit atağı karşısında, mine ve dentindeki kayıp kalsiyum miktarını incelemişlerdir. Araştırmacılar, Sn^{2+} içerikli materyalin, mine yüzeyinde 6 dakikaya kadar, dentin yüzeyinde ise 3 buçuk dakikaya kadar koruma sağladığını, ancak NaF solüsyonunun mine veya dentin yüzeyinde herhangi bir koruma sağlamadığını rapor etmişlerdir (Yu ve diğerleri, 2010). Tez çalışmamız öncesinde CPP-ACP, SnF_2, NaF ve Kitosan materyallerinin dental erozyon profilaksisindeki etkilerini değerlendirdiğimiz çalışmada (Yönel ve diğerleri, 2016), NaF uygulamasının dental erozyon koruyuculuğunda yetersiz olduğu sonucuna vardığımız bulgularımız, konvansiyonel flor uygulamasının dental erozyon profilaksisinde yetersiz olduğunu bildiren araştırmacıların (Wiegand ve diğerleri, 2009; Yu ve diğerleri, 2010; Hjortsjo ve diğerleri, 2010) bulgularını destekler niteliktedir. Bu nedenle çalışmamızda NaF çalışma kapsamına alınmamıştır.

Literatürde, dental erozyon oluşumunun engellenmesinde, Sn^{2+} içerikli materyallerin etkin olduğu rapor edilmektedir (Wiegand ve diğerleri, 2009; Yu ve diğerleri, 2010; Hjortsjo ve diğerleri, 2010). 1960'lı yıllarda dental erozyon oluşum tedavisinde SnF_2'nin klinik uygulanması önerilmeye başlansa da (Bull ve Bradley, 1969) bu dönemlerde çürük çok daha önemli bir problem olarak gündemde olduğundan, günümüze kadar materyalin kullanımı sınırlı kalmıştır. Ancak son yıllarda çürük prevalansında yaşanan azalma ile dental erozyonun tekrar gündeme gelmesi bu materyalinin kullanımında artışa yol açmıştır. Nitekim, Ganss ve ark. (2004a) Sn^{2+} içerikli diş macununun şiddetli asit uygulaması karşısında diş sert doku madde kaybını engellemede etkili olduğunu bildirmişlerdir (Ganss ve diğerleri, 2004a). Ganss ve ark. (2008) yaptıkları başka bir çalışmada $SnCl_2$,NaF, SnF_2, AmF, AmF/NaF ve AmF/SnF_2 içerikli materyallerin, sitrik asit karşısında koruyucu etkinliklerini incelemişler, en yüksek koruyuculuğun SnF_2 içerikli

materyalden elde ettiklerini rapor etmişlerdir (Ganss ve diğerleri, 2008).

Carvalho ve Lussi (2014) NaF, NaF+KNO_3, NaF+HAp içerikli diş macunlarının flor içeriği olmayan çinko-karbonat-HAp ve kitosan içerikli ürünlerin ve Sn^{2+} içerikli diş macunların, mine başlangıç erozyonu üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada en etkili korumayı, Sn^{2+} içerikli diş macununun yaptığını bildirdikleri çalışma sonuçları Ganss ve diğerlerinin (2008) bulgularını destekler niteliktedir. Literatürde Sn^{2+} ile ilgili yapılan çalışmalar ve yaptığımız pilot çalışmada (Yönel ve diğerleri, 2016) elde ettiğimiz veriler doğrultusunda, Sn^{2+} içerikli ürünlerin çalışmamıza dahil edilmesine karar verilmiştir. Konu ile ilgili literatür incelendiğinde son yıllarda Sn^{2+} içerikli olan ve anti-eroziv iddiasıyla piyasaya sürülen Enamelon diş macunu ve Enamelon Preventive Treatment Gel'in dental erozyon üzerindeki etkinliği ile ilgili yapılmış iki araştırma olduğu görülmüştür. Schemeheorn ve ark. (2014a) NaF+CCP-ACP, NaF +TCP, Enamelon Preventive Treatment Gel grubu ve Enamelon diş macunu'nun mine yüzeyine uygulanan laktik asit atağı karşısındaki koruyucu etkinliklerini inceledikleri çalışma sonucunda, Enamelon Preventive Treatment Gel ve Enamelon diş macununun minedeki madde kaybının engellenmesinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde koruma sağladığını rapor etmişlerdir. Konu ile ilgili aynı araştırmacılar tarafından yapılan farklı bir çalışmada, hidroklorik asit ile erozyon lezyonu oluşturulan dişlere NaF+CCP-ACP, OTC+NaF, OTC+SnF_2, NaF+TCP, Enamelon Diş macunu ve Enamelon Preventive Treatment Gel materyallerinin, lezyona flor kazandırma etkinlikleri SEM kullanılarak incelenmiştir. Araştırmacılar, Enamelon Preventive Treatment Jel'in tüm gruplara kıyasla, mine başlangıç lezyonuna en fazla flor kazandıran materyal olduğunu rapor etmişlerdir (Schemeheorn ve diğerleri, 2014b).

Asit atakları karşısında diş sert doku kaybını önlemede etkili olduğu düşünülen bir diğer materyal ise kitosandır. Claesson ve Ninham (1992) kitosanın, kitin'in deasetilasyonu sonucunda elde edilen doğal bir polimer olduğunu, Amino grubunda olması nedeniyle kuvvetli zeta potansiyeline sahip bir madde olduğunu, böylelikle mine yüzeyi gibi negatif yüklü yüzeylerle kuvvetli bağlanma gerçekleştirdiğini bildirmişlerdir (Claesson ve

Ninham, 1992).

Dedinaite ve ark. (2005) müsinin negatif yüklü yüzeylere bağlandığını, kitosanın da müsin yüzeyine bağlanarak çok katmanlı bir tabaka oluşturduğunu bildirmişlerdir (Dedinaite ve diğerleri, 2005). Farklı bir çalışmada da oluşan bu çok katlı tabakanın asit atakları karşısında daha iyi koruma sağladığı rapor edilmiştir (Ganss ve diğerleri, 2011). Ancak Ganss ve ark. (2012) bu mekanizmanın daha detaylı araştırılması gerektiğini ve ileriki çalışmalarda kitosan/Sn^{+2}/F^{-} kombinasyonun dental erozyon üzerine olan etkilerinin hem *in-vitro* hem *in-vivo* incelenmesi gerektiğini rapor etmişlerdir (Ganss ve diğerleri, 2012).

Anti-eroziv özelliğe sahip olduğu düşünülen diğer bir biyomolekül ise yağlardır. Hidrofobik özellikleri ile yüzeyde oluşan yağ tabakasının iyonların geçişini engelleyen bariyer olarak görev aldıkları düşünülmektedir (Benz ve diğerleri, 2015). Veerman ve ark. (2010) pozitif yüke sahip sfingoid bazlı phytosphingosine'in (PHS) solüsyondaki fosfat iyonlarına affinitesi olduğunu bildirmişlerdir (Veerman ve diğerleri, 2010). Yapılan çalışmalarda dental pelikıl içerisinde bulunan yağların asit atakları karşısında koruyucu özelliğe sahip oldukları bildirilmiştir (Slomiany ve diğerleri, 1986; Featherstone ve diğerleri, 1993; Buchalla ve diğerleri, 2003). Ancak yağların anti-eroziv özellikleri olduğunu ortaya koyan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu bilgiler ışığında tez çalışmamızda konvansiyonel flor uygulamalarına alternatif olan kalay, kitosan ve yağ içerikli materyallerin dental erozyon profilaksisindeki etkinliklerinin değerlendirilmesine karar verilmiştir.

Literatür incelendiğinde kimi çalışmalarda diş fırçalamanın madde kayıp miktarına etkisi olmadığı (Hara ve diğerleri, 2003; Ponduri ve diğerleri, 2005; Ganss ve diğerleri, 2011; Ganss ve diüerleri, 2014) kimi çalışmalarda ise diş fırçalama ile madde kaybının arttığı rapor edilmiştir (Attin ve diğerleri; 2001, Hooper ve diğerleri, 2003; Attin ve diğerleri, 2004; West ve diğerleri; 2012). Çalışmamızda fırçalama kullanılmayarak, diş fırçasının abraziv etkisi ile oluşabilecek madde kaybının elimine edilerek sadece kullandığımız materyallerin etkinliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Literatür incelendiğinde çalışmada kullanılacak olan mine örneği için bazı araştırmalarda gerçek insan dişi (Hjortsjo ve diğerleri, 2010; Ganss ve diğerleri, 2011; Schlueter ve diğerleri, 2013; Ganss ve Lussi, 2014; Carvalho ve Lussi, 2014) bazılarında sığır dişi (Vieira ve diğerleri, 2005; Wiegand ve diğerleri, 2009; Levy ve diğerleri, 2012; Yetkiner ve diğerleri, 2014; Souza ve diğerleri, 2014; Ionta ve diğerleri, 2014), bazı çalışmalarda ise hidroksiapaptit diski gibi yapay materyallerin (Anderson ve diğerleri, 2004, Benzve diğerleri, 2015) kullanıldığı görülmektedir. Shellis ve ark. (2011), *in-vitro* bir çalışma planlanırken kullanılması gereken en uygun sert doku örneğinin insanlardan veya sığırlardan elde edilen dişler olduğunu bildirmişlerdir (Shellis ve diğerleri, 2011).

Mellberg (1992), farklı sığır dişlerinden elde edilen mine örneklerinin, farklı insanlardan elde edilen mine örneklerine göre daha az farklılıklar gösterdiğini ve bu nedenle çalışmalarda sığır minesi kullanıldığında daha standart sonuçlar elde edilebileceği için, karyojenik ve antikaryojenik çürük aktivite çalışmalarında, sığır dişlerinin kullanılabileceğini ileri sürmüştür (Mellberg, 1992).

Edmunds ve ark. (1988) insan, sığır, koyun ve at dişlerinde yapay çürük oluşturarak aralarındaki lezyon görüntü benzerliğini incelemişlerdir. Oluşan lezyonlar taramalı elektron mikroskobu ile incelendiğinde insan dişinde oluşan lezyona en benzer görüntüyü sığır dişlerinde gözlediklerini, at veya koyun dişlerinde ise farklı şekillerde lezyon oluştuğunu vurgulamışlardır (Edmunds ve diğerleri, 1988).

Sığır dişleri ile insan dişleri arasında benzerlikler olsa da yapılan çalışmalar sonucunda insan minesinin sığır minesine kıyasla daha sert ve daha az poröz olduğu (Arends ve diğerleri, 1989), bu nedenle sığır dişlerinin insan dişlerine kıyasla daha kısa sürede demineralizasyona uğradığı bildirilmiştir (Featherstone ve Mellberg, 1981). Amaechi ve ark. (1999a) mine cinsi, ısı ve aside maruz kalma sürelerinin dental erozyonla olan ilişkilerini değerlendirdikleri bir çalışmada sığır dişlerinde dental erozyon oluşum hızının insan dişlerine kıyasla iki kat daha fazla olduğunu bulgulamışlardır. Araştırmacılar bunun yanı sıra mineral kaybına bakarak

değerlendirdikleri lezyon ilerleme hızını; insan dişinin sığır dişine oranını 1.0'e 2.0 olduğunu, lezyon derinliğinin ise 1.0'e 1.7 olduğunu bildirmişlerdir. (Amaechi ve diğerleri, 1999a).

Meurman ve Frank (1991b) 15 ile 180 dakikaları arasında erozyona uğratılan insan ve sığır dişleri yüzey yapılarında farklılık saptamamışlardır (Meurman ve Frank, 1991b). Yapılan dental erozyon çalışmalarında, kimyasal ve fiziksel özelliklerinin benzer olması sebebiyle sığır diş minesinin, insan diş minesine alternatif olarak kullanılabileceği rapor edilmiştir (Kim ve diğerleri, 2001; Amaechi ve Higham 2001; Attin ve diğerleri, 2003; Vieira ve diğerleri, 2005; Wiegand ve diğerleri, 2007b).

Sığır dişlerinin mikrosertlik değerlendirme çalışmalarında kullanılabilen uygun bir deney materyali olması (Zero ve diğerleri, 1992), insan dişlerine kıyasla daha kolay elde edilebilir olması (Oesterle ve diğerleri 1998;Shellis ve diğerleri, 2011), mikroyapısı ve kimyasal kompozisyonunun insan dişlerine kıyasla benzerlik göstermesi (Davidson ve diğerleri, 1973; Gente ve diğerleri, 1985; Esser ve diğerleri, 1998) büyük boyutu nedeniyle tek bir sığır dişinden birden çok örnek elde edilmesinin çalışmanın standardizasyonu açısından avantajlı olması (Wegehaupt, 2012), ve yapılan *in-vitro* çalışmalarda sığır dişinin insan dişine en uygun alternatif materyal olması (Vieira ve diğerleri, 2005) nedenleriyle çalışmamızda sığır dişi kullanılması tercih edilmiştir.

Literatür incelendiğinde yapay erozyon oluşturmak için soft içecek (Levy ve diğerleri, 2012; Levy ve diğerleri, 2014), hidroklorik asit (Wiegand ve diğerleri, 2009; Yetkiner ve diğerleri, 2014), portakal suyu (Hara ve diğerleri, 2006), laktik asit (Schemehorn ve diğerleri, 2014a) ve sitrik asit (Jaeggi ve Lussi, 1999; Young ve diğerleri, 2006; Hjortsjo¨ ve diğerleri, 2010; Ganss ve diğerleri, 2011; Ganss ve diğerleri, 2012; Schlueter ve diğerleri, 2013; Carvalho ve Lussi, 2014;Carvalho ve Lussi, 2015) gibi birçok farklı materyal kullanıldığı görülmüştür.

Young ve Tenuta (2011), gastrik sebeplerle oluşan erozyonu taklit etmede, uygun konsantrasyon ve pH ayarlamasıyla hidroklorik asit tercih edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir (Young ve Tenuta, 2011). Shellis ve ark. (2011) *in-vivo* ve *in-vitro* erozyon çalışmaları tasarlanırken, dış kaynaklı asit erozyonu taklit edileceğinde soft içecek, meyve suyu veya sitrik asit gibi kuvvetli olmayan basit asit solüsyonu tercih edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir (Shellis ve diğerleri, 2011). Soft içecekler tarafından oluşturulan dental erozyon daha gerçekçi olsa da, bu içeceklerin içeriğinde bulunan şeker, sakız veya polifenol gibi materyallerin pelikıl özelliğini değiştirme gibi dezavantajı olduğunu bildiren araştırmacılar, soft içecek erozyonu taklit edilirken sitrik asit, maleik asit, asetik asit veya laktik asit kullanılabileceğini, bu asitler arasında en çok tercih edilenin ise sitrik asit olduğunu vurgulamışlardır (Shellis ve diğerleri, 2011). Bu nedenlerle çalışma modelimizde, kısa sürede başlangıç erozyonu oluşturabilmek ve gıda ve içeceklerde bulunan asitleri taklit edebilmesi açısından pH 3.6 değerine sahip sitrik asit kullanılması tercih edilmiştir**.**

Literatüre bakıldığında kimi *in-vitro* çalışmalarda remineralizasyon solüsyonu (Kirkham ve diğerleri, 2007; Schlueter ve diğerleri, 2011; Ganss ve diğerleri, 2012) kimi çalışmalarda ise yapay tükürük (Hara ve diğerleri, 2008; Magalhães ve diğerleri, 2012; Magalhães ve diğerleri, 2014) veya insanlardan elde edilen tükürüğün (Hove ve diğerleri, 2008; Rakhmatullina ve diğerleri, 2013; Hara ve diğerleri, 2013) kullanıldığı görülmüştür.

West ve ark.(1998) *in-vivo* ortamda bulunan tükürüğün *in-vitro* ortamda kullanılan tükürükten 10 kat daha koruyucu olduğunu bildirmişlerdir (West ve diğerleri, 1998).

Meyer-Lueckel ve ark. (2004) müsin ve flor içerikli diş macun kombinasyonunun remineralizasyonu desteklediğini, bu nedenle yapılacak olan çalışmalarda müsin bazlı tükürük örneklerinin kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir (Meyer-Lueckel ve diğerleri, 2004).

Hara ve ark. (2008) tükürüğün erozyon ve abrazyon sonucunda gerçekleşen demineralizasyon üzerine olan etkilerini inceledikleri araştırmalarında, birinci grup yapay tükürük, ikinci grup yapay tükürük+müsin, üçüncü grup deiyonize su ve dördüncü olarak insandan elde edilen tükürük grupları oluşturmuşlardır. Diş yüzeylerinde meydana gelen sert doku kayıplarını optik profilometre kullanılarak belirledikleri çalışma sonucunda diğer gruplara kıyasla anlamlı olarak en fazla madde kaybı gözlenen grubun deiyonize su grubu olduğunu, anlamlı olarak en fazla koruyuculuğa sahip olan grubun ise yapay tükürük grubu olduğunu bildirmişlerdir. Yapay tükürük+müsin grubu ile insanlardan elde edilen tükürük grubu arasında istatistiksel anlamda farklılık gözlemediklerini bildiren araştırmacılar müsin içerikli yapay tükürüğün insan tükürüğünü taklit etmede kullanılabilecek uygun bir materyal olduğunu rapor etmişlerdir (Hara ve diğerleri, 2008).

Ionta ve ark. (2014) farklı kombinasyonlarla oluşturulan farklı yapay tükürük çeşitlerinin başlangıç erozyonuna olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda araştırmacılar tükürüğün kayganlaştırıcı özelliğe sahip ana maddesi olan müsinin tükürük pelikılının önemli bir komponenti olduğunu, en önemli özelliğinin erozyon sebebiyle oluşan madde kaybını engelleme olduğunu bildirmişlerdir. Planlanacak yeni çalışmalarla, farklı kombinasyonlarda oluşturulan yapay tükürük formülasyonlarının test edilmesi ve insan tükürüğüne en yakın olan formülasyonun belirlenmesi gerektiğini bildiren araştırmacılar ayrıca insan tükürüğünün toplanması sırasında tükürük içeriğinde çökelmeler meydana gelerek yapısında değişiklikler yaşanabileceğini de sonuçlarına eklemişlerdir (Ionta ve diğerleri, 2014).

Literatürde farklı planlanan çalışma sonuçlarından farklı bulgular elde edilebilmektedir. Tüm bu bilgiler ışığında dental erozyon çalışmalarında remineralizasyon solüsyonu veya yapay tükürük kullanımının deney sonuçlarında fark yaratıp yaratmadığını gözlemek adına çalışmamızda iki farklı grup oluşturulmuştur. Literatür tarandığında yapay tükürük oluştururken birçok farklı kombinasyon kullanıldığı, *in-vitro* yapılan erozyon

çalışmalarında ise kullanılacak olan yapay tükürük seçiminde standardize edilmiş bir formülasyon bulunmadığı görülmüştür. Çalışmamızda *in-vitro* çalışmalarda müsin ilaveli yapay tükürüğün daha başarılı sonuçlar vereceğini bildiren araştırmacıların (Hara ve diğerleri, 2008; Ionta ve diğerleri, 2014) önerileri doğrultusunda, 1.5mM $Ca(NO3)2.4H2O$, 0.90 mM KH_2PO_4, 130 mM KCl, 59.93 mM Tris buffer ve 2.2 g/L domuz gastrik müsin kullanılmasına karar verilmiştir.

Araştırmacılar, materyallerin yüzey sertliklerini değerlendirmede, boylamasına mikro radyografi (Ganss ve diğerleri, 2004b), ultrasonikasyon (Eisenburger ve diğerleri, 2000), mine çözünürlülük azalması (Enamel Solubility Reduction) (Schemehorn ve diğerleri, 2014), Knoop (Joiner ve diğerleri,2004) veya Vickers (Price ve diğerleri, 2004; Wongkhantee ve diğerleri, 2006) mikrosertlik yöntemlerini kullanmaktadırlar. Diş hekimliği ile ilgili yapılan çalışmalarda en sık kullanılan mikro sertlik ölçüm teknikleri Knoop (DeWald ve Ferracane, 1987; Meredith ve diğerleri, 1996; Caldas ve diğerleri, 2003; Price ve diğerleri, 2004; Poskus ve diğerleri, 2004, Devlin ve diğerleri, 2006; Carvalho ve Lussi, 2015) ve Vickers (Maupome ve diğerleri, 1998, Schemehorn ve diğerleri, 1999; Park ve diğerleri, 2002; Price ve diğerleri, 2004; Wongkhantee ve diğerleri, 2006) tekniğidir. Bu yöntemlerde deforme olmayan küresel veya konik şekilde bir uç deney materyaline temas ettirilir, bunun sonucunda materyalin gösterdiği direnç ölçülür. Ölçme işlemi için uygun olarak seçilen ucun belli bir zaman süresince ve ölçüm için uygun olarak belirlenen yük altında materyale batırılması sonucunda materyal yüzeyinde bir iz oluşturulur. Oluşan izin boyutları ölçülür ve materyalin sertlik derecesi belirlenir. Elmas uç ile elde edilen izin uzunluğu mikroskop ile "μm" (mikrometre) olarak ölçülür. Bu uygulama hassas bir yöntemdir. Hatalı yapılan bir ölçümün ardından tekrardan ölçüm yapılabilmesi, işlem öncesinde ve sonrasında materyalden ölçüm elde edilebilir olması nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir. Materyalin sertliği ile oluşan izin büyüklüğü ters orantılıdır. Yüzey sertlik ölçümü yapılırken genellikle birden fazla ölçüm yapılır ve bu değerlerin ortalaması alınarak materyalin sertlik değeri belirlenir. Materyalin sertliği arttıkça elde edilen ölçüm değeri de artar (Anusavice ve diğerleri, 2003, Beun ve diğerleri, 2012; Bandyopadhyay ve

Bose, 2013; Haznedaroğlu ve Menteş, 2013).

Bu iki yöntemde kullanılan elmas uçların oluşturduğu çentik derinlikleri aynı iken çentik genişlikleri farklıdır. Knoop ucu genişliği 3,5 μm, Vickers cihazında ise 1,4 μm'dur. Meydana gelen çentiklerin uç genişliği haricinde yüzeyde oluşturdukları görüntüler de farklıdır. Vickers yönteminde oluşan iz kare iken, Knoop yönteminde eşkenar dörtgen şeklinde iz oluşmaktadır (Anusavice ve diğerleri, 2003). Uzun köşegenin birbirine en uzak noktaları arasındaki mesafe ölçülerek formüle uygulanır ve sertlik değeri elde edilir (Anusavice ve diğerleri, 2003).

Hara ve ark. (2006a) dental pelikılın eroziv ataklar karşısında koruyucu etkinliğini araştırdıkları çalışmada, knoop mikro sertlik cihazı kullanmışlardır. Çalışmada her örnekten birbirine paralel ve 5'er adet ölçüm yapıp ortalamalarını hesaplayarak yüzey sertlik değerlerine ulaşmışlardır (Hara ve diğerleri, 2006a). Hidroklorik asit ile dental erozyon oluşturdukları sığır dişlerinde meydana gelen yüzey yumuşamasının tespit edildiği farklı bir çalışmada Knoop mikrosertlik cihazı kullanılmıştır. Her bir örnekten Hara ve ark. (2006a) çalışmalarına benzer olarak birbirine paralel 5'er ölçüm alınmıştır (Wiegand ve diğerleri, 2007b).

Literatürde elde ettiğimiz bilgiler sonucunda, özellikle dental erozyon sonucunda mine yüzeyinde meydana gelen yumuşamanın teşhis edilmesinde ve kullanılan materyallerin diş yüzeyinde meydana getirdikleri sertleşmenin ölçülmesinde kullanılan en etkili ve en sık kullanılan yöntem olması (Gedalia ve diğerleri, 1991; Amaechi ve Higham,2001; Kim ve diğerleri, 2001; Rios ve diğerleri, 2006), çalışma öncesinde ve sonrasında materyalin mikro sertlik değerleri elde edilebilmesi ve bu değerlerin karşılaştırılabilir olması (Shellis ve diğerleri, 2011), bunun yanı sıra mikrosertlik ölçümü alınma sırasında materyalde herhangi bir deformasyon oluşmaması ve örnekten birden çok ölçüm alınabilmesi nedenleriyle çalışmamızda Knoop Mikrosertlik Ölçüm tekniği tercih edilmiştir. Literatürdeki uygulamalara benzer olarak (Hara ve diğerleri, 2006a; Wiegand ve diğerleri, 2007b) her örnekten 5'er ölçüm alarak ortalama değer hesaplanmıştır.

Diş hekimliği ile ilgili çalışmalarda sert doku madde kaybının belirlenmesinde profilometre kullanımı oldukça yaygındır (Bartlett ve diğerleri, 1997; Ganss ve diğerleri, 2005; Schlueter ve diğerleri, 2005; Hove ve diğerleri, 2006). Sert doku kayıp teşhisinde bu yöntem geçerli bir yöntem olarak kabul edilmekte ve mineye asit uygulaması sonrasında kaybedilen sert doku miktarının tespitinde gerçeğe yakın sonuçlar elde edilebilmektedir (Bartlett ve diğerleri, 1997; Ganss ve diğerleri, 2005, Schlueter ve diğerleri, 2005; Hove ve diğerleri, 2006). Profilometre cihazında bulunan elmas tarayıcı ucun, örnek yüzeyinde ileri ve geri yönde hareket etmesi sonucunda sert doku kayıp bulguları elde edilir ve dijital olarak hesaplanarak kaydedilir (Field ve diğerleri, 2010; Bandyopadhyay ve Bose, 2013). Profilometre cihazı ile elde edilen ölçümler sonucunda sert doku kaybı ile ilgili değerler rakamsal olarak izlenebilmektedir (Wan Bakar ve McIntyre, 2008).

Eisenburger ve ark. (2000) asit erozyonu sonrasında minede meydana gelen madde kaybını profilometre kullanarak belirledikleri çalışmalarında her örnekten 2 defa ölçüm yapmışlardır (Eisenburger ve diğerleri, 2000). Hara ve ark. (2008) Eisenburger ve ark. (2000) çalışmalarına benzer olarak yaptıkları bir araştırmada ise profilometre ile her örnekten bir defa ölçüm alarak sonuçları değerlendirmişlerdir (Hara ve diğerleri, 2008). Schlueter ve ark. (2011), SnF_2 içerikli solüsyon uygulamasının mine yüzeyinde oluşan eroziv madde kaybı üzerine olan etkinliklerini inceledikleri çalışmada profilometre ile her örnek yüzeyinden üçer adet ölçüm yapmışlardır (Schlueter ve diğerleri, 2011). Ganss ve ark. (2012) diş macunlarına eklenen SnF_2 ve biyopolimer içeriklerinin mine erozyon ve abrazyonu üzerine olan etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında sert doku kaybını profilometreyle her örnekten üçer adet ölçüm alarak belirlemişlerdir (Ganss ve diğerleri, 2012). Magalhães ve ark. (2012) sığır dentin örnekleri üzerinde NaF ve TiF_4 içerikli materyallerin asit atağı karşısında koruyucu etkinliklerini inceledikleri çalışmalarında sert dokuda meydana gelen kaybı değerlendirmek amacıyla profilometre ile her örnekten beşer tane profilometrik ölçüm almışlardır (Magalhães ve diğerleri, 2012). Yine Magalhães ve ark. (2014) farklı konsantrasyonlarda flor içerikli süt ürünlerinin anti-eroziv etkisini değerlendirdikleri bir başka çalışmada, dentin yüzeyinde meydana gelen sert

doku kaybını belirlemede kontak profilometre kullanmışlar ve her örnekten beşer adet profilometrik ölçüm yaparak ortalama değerleri hesaplamışlardır (Magalhães ve diğerleri, 2014). Levy ve ark. (2014) TiF_4 ve NaF içerikli cila ve solüsyonların mine erozyon ve abrazyonu üzerine olan etkilerini profilometre kullanarak değerlendirdikleri çalışmada her örnekten birbirine paralel 4 adet ölçüm alarak ortalama kayıp madde değerini hesaplamışlardır (Levy ve diğerleri, 2014). Schlueter ve ark. (2014), *in-vivo* gerçekleştirdikleri erozyon ve abrazyon çalışmasında mine yüzeyinde meydana gelen sert doku madde kaybını profilometre kullanarak her örnekten 2mm aralıklarla 3'er ölçüm yaparak değerlendirmişlerdir (Schlueter ve diğerleri, 2014). Biz de çalışmamızda, yapılan dental erozyon çalışmalarında en sık tercih edilen yöntem olması ve gerçeği yansıtan sonuçlar elde edilebilmesi adına, asit atağı ve tedavi uygulamaları ardından gerçekleşen sert doku kayıp miktarının saptanmasında profilometre kullandık ve her örnekten 3'er defa ölçüm alarak ortalama değeri hesapladık.

Dental erozyon profilaksisi ve tedavisini değerlendiren çalışmalarda, araştırmacıların çalışma dizaynını oluştururken birçok farklı yöntem tercih ettikleri görülmüştür. *İn-vitro* olarak yapılan erozyon-abrazyon çalışmaları için standardize edilmiş bir çalışma dizaynı bulunmamakta, bu nedenle çalışmalar arasında önemli değişiklikler bulunmaktadır (Wiegand ve Attin, 2011). Yapılan çalışmalarda farklı asitleme döngüsü, farklı tip mine yapısı (insan dişi veya sığır dişi) uygulandığı görülmüştür (Lennon ve diğerleri, 2006; Hove ve diğerleri, 2006; Schlueter ve diğerleri, 2009). Tasarlanan bu farklı çalışma modelleri, çalışma bulgularının karşılaştırmasını zorlaştırmaktadır. Bir çalışma modeli hazırlanırken yapılması gereken en önemli adım; çalışmanın klinik koşullara mümkün olduğunca yakın olması ve tüm prosedürlerin standardize edilerek, parametrelerin çalışma sonuçlarını etkilemesine engel olmaktır (Shellis ve diğerleri, 2011).

Literatür incelendiğinde, asitleme süresi ve sıklığında farklılıklar gözlenmektedir. Hjortsjo ve ark. (2010), çalışmalarında bir gruba bir dakika, diğer gruba 10 dakika boyunca sitrik asit uygulamışlardır. Bir dakikalık asit uygulanması sonrasında elde edilen profilometre değerleri arasında

istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmezken, araştımacılar 10 dakikalık sitrik asit uygulanması ile, değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildiğini rapor etmişlerdir. Araştırmacılar çalışmalarında elde ettikleri en önemli bulgunun, istatistiksel olarak anlamlı sonuçların elde edilebilmesi için deney örneklerine güçlü asitleme işlemi uygulanması olduğunu vurgulamışlardır (Hjortsjo ve diğerleri, 2010). Ganss ve ark. (2011), yaptıkları benzer bir çalışma metodunda asitleme süresini iki dakika olarak belirlemişler ancak günde iki defa yerine günde altı defa asitleme uyguladıklarından 10 günlük çalışma sonucunda elde ettikleri değerler arasında istatistiksel anlamda farklılık elde etmişlerdir (Ganss ve diğerleri, 2011). Benzer şekilde yine Ganss ve ark. (2012) tarafından yapılan başka bir çalışmada da, aynı yöntemle günde 6 defa 2 dakikalık asitleme süresi uygulanmıştır (Ganss ve diğerleri, 2012). Bu bilgiler ışığında çalışmamızda materyallerin etkinlikleri arasında anlamlı sonuçlar elde edilebilmesi adına günde iki defa 10'ar dakikalık asitleme süresi kullanılmasına karar verilmiştir.

Materyallerin anti-eroziv etkinliklerini karşılaştırdığımız çalışmamızda, konuyla ilgili yapılan benzer çalışmalarda da tedavi süresinin iki dakika olarak belirlendiği görüldüğünden (Shellis ve diğerleri, 2011; Wiegand ve Attin, 2011; Stenhagen ve diğerleri, 2013), normal ağız bakımını yansıtabilmek adına günde iki defa iki'şer dakikalık tedavi süresi (dos Santos ve diğerleri, 2011) tercih edilmiştir.

Yapılan erozyon çalışmalarında erozyon oluşturmak amacıyla kolanın sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Gedalia ve ark. (1991), insan dişlerinden elde ettikleri mine örneklerinin kola içerisinde bir saat bekletildikten sonra yapılan Vickers sertlik ölçümlerinde, %14.3-%17.2 oranlarında bir azalma gözlediklerini bildirmişlerdir (Gedalia ve diğerleri, 1991).

Maupome ve ark. (1998) deney başlangıcında ortalama değerlerdri 352.1 Vickers sertliğine sahip olan insandan elde edilen mine örneklerini her gün beş'er dakika kola içerisinde bekletmişler ve elde ettikleri mikrosertlik değerlerinin ilk gün sonunda 269.3 VSD, sekizinci gün sonunda ise 204.5 VSD olduğunu rapor etmişlerdir (Maupome ve diğerleri, 1998).

Devlin ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmada, insandan elde edilen mine örneklerine bir saatlik kola uygulamasının ardından %92.6'ya düşen mikrosertlik değerlerinin, iki saatlik uygulamanın ardından %93.25'ye, üç saatlik uygulamanın ardından %85.7'ye ve 15 saatlik uygulamanın ardından ise %80.3'e düştüğü bildirilmiştir (Devlin ve diğerleri, 2006).

Tantbirojn ve ark. (2008), sekiz dakika süre ile kola içerisinde bıraktıktan sonra yapay tükürük içerisinde beklettikleri sığır diş minelerinin mikrosertlik ölçümlerini Knoop sertlik yöntemi ile yaptıkları çalışmalarında deney sonunda mikrosertlik değerinin %63'e düştüğünü gözlemişlerdir (Tantbirojn ve diğerleri, 2008). Benzer bir çalışma da da Srinivasan ve ark. (2010) kola içerisinde 8 dakika süre ile beklettikleri insan dişlerini Vickers mikro sertlik yöntemi ile belirledikleri mikro sertlik değerlerinin %75.4'e düştüğünü bildirmişlerdir (Srinivasan ve diğerleri, 2010).

Çalışmamızda elde edilen mikrosertlik verileri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde; hem remineralizasyon hem de yapay tükürük gruplarının negatif kontrol örneklerinde meydana gelen yüzey yumuşamasının, tedavi örneklerindeki yüzey yumuşamasına göre istatistiksel olarak anlamlı oranda daha fazla olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Çalışma başlangıcında remineralizasyon grubunun tüm örneklerinin (tedavi ve kontrol) 209 KSD ve 269 KSD arasında değişen mikro sertlik ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$). Yine benzer şekilde yapay tükürük grubundaki örneklerden elde edilen 215 ve 269 değerleri arasında değişen mikrosertlik ölçümlerinde de istatistiksel anlamda farklılık gözlenmemiştir ($p > 0.05$). Çalışma süresince toplam 200 dakika sitrik asit solüsyonu uygulanan örnekleın 10. günde ölçülen mikrosertlik değerleri incelendiğinde, en fazla madde kaybı, remineralizasyon grubuna ait örneklerde %74 ve yapay tükürük grubuna ait örneklerde %70 oranında azalan mikrosertlik değerleriyle her iki grubun da negatif kontrol örneklerinde görülmüştür. Sitrik asit kullanarak erozyon oluşturduğumuz araştırmamızda elde ettiğimiz mikrosertlik bulgularımız kola kullanılarak yapılan benzer çalışmalarla örtüşmemektedir (Gedalia ve diğerleri, 1991; Devlin ve diğerleri,

2006; Maupome ve diğerleri, 1998).

Benzer çalışmalarda saptanan mikrosertlik değerlerinin bizim çalışmamızdan daha yüksek olması araştırmacıların çalışmalarında eroziv solüsyon olarak kola kullanmaları ve erozyon oluşturma sürelerinin daha kısa olmasına bağlanmıştır. Nitekim kolanın 2.48 pH değeri ile çalışmamızda kullandığımız 3.6 pH değerine sahip sitrik aside göre erozyon oluşturma potansiyelinin daha yüksek olması gerektiği düşünülse de kolanın yapısında bulunan fosfat iyonunun tamponlama özelliğinin eroziv etkinliği azalttığı ve yavaşlattığı gösterilmiştir (Mahoney ve diğerleri, 2003). Bu bağlamda içeceklerin eroziv etkinliği belirlenirken, sadece pH değerleri değil, titre edilebilir asiditelerinin de ölçülmesi gerekmektedir (Mahoney ve diğerleri, 2003).

Süt dişi mine yüzeylerine içeceklerin etkilerinin mikro sertlik değerlerini bilgisayar yöntemi ile belirlenmesi ilk defa 2003 yılında Mahoney ve ark. (2003) tarafından yapılmıştır. Çalışmalarında 10 dakika süre ile pH 2.72 değerinde bir solüsyon uyguladıkları mine yüzeyi mikro sertlik değerlerinde %47 oranında azalma gözlediklerini bildirmişlerdir (Mahoney ve diğerleri, 2003). Araştırmacıların 10 dakikada elde ettikleri %47 oranındaki hızlı azalma, süt dişlerinin sürekli dişlere göre daha poröz ve daha düzensiz bir yapıya sahip olmaları gibi yapısal özellikleri nedeniyle erozyona daha yatkın olmalarıyla açıklanabilir (Silnes ve diğerleri, 1973; Skaleri ve diğerleri, 1982; Hunter ve diğerleri, 2000).

Çalışmamızın remineralizasyon grubu 10. gün mikrosertlik verileri incelendiğinde; en düşük mikrosertlik değerine R-PHS (91,9 KSD; %75 azalma) grubunun sahip olduğu ve R-Elmex grubuyla (125,5 KSD; %46 azalma) karşılaştırıldığında farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Araştırmamızda kullanılan R-PHS dışındaki diğer materyallerin mikrosertlik bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ($p > 0.05$).

Yapay tükürük grubu 10. gün mikrosertlik değerleri; YT-PHS grubu (110 KSD), YT-Oral B (117 KSD), YT-Enamelon grubu (111 KSD), YT-

Elmex grubu (143,7 KSD) YT-Enamelon Jel+Macun grubu (133 KSD) mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir ($p > 0.05$). Bu bulgular takipli erozyon çalışmalarında mikrosertlik ölçüm yöntemlerinin hassas sonuçlar vermediğini düşündürmüştür. Nitekim, Carvalho ve Lussi (2014), F/Sn/kitosan ile NaF grupları mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulamamalarını, mikrosertlik ölçüm tekniğinin gruplar arasındaki küçük farklılıkları ayırt edebilme hassasiyetine sahip olmayan limitli bir teknik olmasına bağlamışlardır (Carvalho ve Lussi, 2014). Çalışma sonuçlarımız Carvalho ve Lussi (2014)'nin bulgularını desteklemektedir.

Çalışmamızın mikrosertlik basamağında, hem remineralizasyon hem de yapay tükürük gruplarında en hızlı madde kaybının ilk üç günde yaşandığı ve bu hızlı düşüşün ardından tüm tedavi gruplarının mikrosertlik değerlerinde yükselme olduğu gözlenmiştir. Rakhmatullina ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada sonuçlarımıza benzer değerler elde etmişlerdir. Çalışmada 4 gün boyunca günde 2 defa 4'er dakika süre ile sitrik asit uygulaması sonucunda 12 ve 16. dakikada mine yüzey sertliğinde hızlı düşüş, tedavi gruplarında bu düşüşü stabilizasyon periyodunun izlediğini ve değerlerin neredeyse sabitlendiğini görülmüştür. Araştırmacılar mikrosertlik ölçme yöntemlerinin takipli erozyon tedavisi çalışmalarında hassas sonuçlar alınamadığı için kullanımının sınırlı olduğunu ve doğru veriler alınamayacağını bildirmişlerdir (Rakhmatullina ve diğerleri, 2013).

Stenhagen ve ark. (2010)'da mikrosertlik ölçme yöntemlerinin başlangıç aşamasındaki yüzey yumuşamalarının saptanmasında daha başarılı bir yöntem olduğunu ve erozyonun ilerlediği durumların değerlendirilmesinde bu tekniğin limitleri olduğunu bildirmişlerdir (Stenhagen ve diğerleri, 2010). Rakhmatullina ve ark. (2013) tekniğin limitli olmasının mine erozyon histolojisi ile ilgili olduğunu ve erken dönemde mikrosertlik değerlerinde gözlenen ani düşüşün diş yüzeyinde mineral kaybı nedeni ile gerçekleştiğini düşünmektedirler (Rakhmatullina ve diğerleri, 2013). Lussi ve ark. (2011) demineralizasyonun devam ettiği durumlarda minenin en dış yüzeyinde madde kaybının gözlendiğini ancak ara yüzeyde geriye kalan dokunun

yumuşamış bir şekilde bulunduğunu bildirmişlerdir. Asit atağı devam ettiği süre boyunca bu ara yüzeyde bulunan yumuşamış doku bir denge noktasına erişir ve ilerlemesi durur, ancak mineral kaybı devam eder (Lussi ve diğerleri, 2011). Rakhmatullina ve ark. (2013), mikrosertlik ölçümünde yüzeydeki en dış tabakanın değerlendirildiğini, bu nedenle dental erozyonun ilerleyen aşamalarında dengeye ulaşmış yumuşamış dokunun benzer mikrosertlik ölçüm değerleri verdiğini vurgulamışlardır (Rakhmatullina ve diğerleri, 2013). Nitekim, bizim de çalışmamızda 10. gün elde ettiğimiz mikrosertlik ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu bağlamda; çalışmamız ve benzer planlanmış mikrosertlik çalışmaları birlikte değerlendirildiğinde, erozyon tedavisinde kullanılacak materyallerin etkinliğinin belirlenmesi amacıyla planlanacak çalışmalarda, yüzey mikrosertlik yöntemlerinin kullanılmasının yanıltıcı sonuçlar vereceğini ileri sürmek kanımızca hatalı olmayacaktır.

Araştırmamızın profilometre ile elde ettiğimiz sonuçları değerlendirildiğinde; remineralizasyon grubun'da 51,2 ± 4,4 µm'lik ve yapay tükürük grubun'da 50,7 ± 2,8 µm'lik değerle en fazla madde kaybının negatif kontrol gruplarında gerçekleştiği gözlenmiştir. Negatif kontrol'den sonra remineralizasyon grubu'nda 35,5 ± 2,8 µm'lik, yapay tükürük grubunda 31,74 ± 3,33 µm'lik değerleriyle en fazla madde kaybı PHS gruplarında olmuştur. Ancak PHS le elde edilen veriler negatif kontrol grubu ile karşılaştırıldığında PHS örneklerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha az madde kaybı olmuştur. Hem remineralizasyon hem de yapay tükürük gruplarında kullanılan tüm materyallerden elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, PHS örneklerinde anlamlı düzeyde daha fazla madde kaybı saptanmıştır. Literatürde anti eroziv ajan olarak kullanılan yağların eroziv mine ve dentin üzerine etkinlikleri konusunda farklı görüşler vardır.

Wiegand ve ark. (2007b) *in-vitro* koşullarda yaptıkları bir çalışmada, sitrik asitle erozyon oluşturdukları sığır mine ve dentin örneklerinde koruma amaçlı kullanılan %2'lik zeytin yağı emülsiyonu ve %2 zeytin yağı içeren ağız gargarasının erozyona karşı etkin bir koruma sağlayabileceğini ileri sürmüşlerdir (Wiegand ve diğerleri, 2007b). Araştırmacılar kalay flor ve amin

flor gibi, flor kombinasyonlarının zeytin yağı ile birlikte kullanımının anti-eroziv etkinliği arttırabileceğini ve konu ile ilgili yeni çalışmalar yapılması gerektiğini bildirmişlerdir. Buna karşın, Hannig ve ark. (2012)'da anti eroziv ajan olarak aspir yağını denedikleri çalışmalarında, yağın tükürük pelikılının koruyucu etkisini azalttığını belirterek erozyon çalışmalarında yağ kullanımının uygun olmayacağını bildirmişlerdir (Hannig ve diğerleri, 2012).

Literatürde kullandığımız yağ içerikli PHS'in anti-eroziv özelliğinin değerlendirildiği tek bir çalışma vardır. Benz ve ark. (2015) tarafından yapılan bu çalışmada, sfingolipid ve sfingoid bazların anti-eroziv etkileri incelenmiştir. Araştırmacılar, HAp disklerine uygulanan sphingosine (80 ± 17%), phytosphingosine (PHS, 78 ± %17), PHS phosphate (78 ± %7) ve sphinganine'in (81 ± %8), anti-eroziv özelliklerinin, sphingomyelin, acetyl PHS, octanoyl PHS ve stearoyl PHS'e göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla olduğunu bildirmişlerdir ($p < 0.001$). PHS uygulamasının ardından HAp diskleri yüzeyinde homojen bir PHS tabakası oluştuğunu böylelikle H^+ iyonlarının difüzyonunu engelleyen bir bariyer görevi gördüklerini bildirmişlerdir. Çalışmamızda kullandığımız materyaller içerisinde en az anti-eroziv etki PHS grubunda görülmüştür. Elde ettiğimiz bu veriler, PHS ile ilgili sfingiosine türevlerinin ağız bakım ürünlerinde kullanımının dental erozyonu önlemede önemli etkiye sahip olacağını bildiren araştırmacıların bulgularını desteklememektedir. Araştırmacıların bizden farklı olarak PHS'in etkin anti-eroziv özelliğini bulgulayan çalışma sonuçları, çalışmada kullandıkları diğer materyallerin yetersiz anti-eroziv özelliklerinden veya çalışma yöntemlerinin bizden farklı olmasından kaynaklanabileceğini düşündürmüştür. Konu ile ilgili iyi planlanmış yeni çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Son yıllarda diş çürüklerine karşı koruyucu etkinliği gösterilmiş SnF içerikli diş macunlarıyla, dental erozyon oluşumunun engellenmesinde de önemli etkileri olabileceği düşüncesiyle çalışmalar yapılmaktadır (Ganss ve diğerleri, 2012; Schlueter ve diğerleri, 2014). Bu bağlamda çalışmamıza SnF içerikli materyaller de dahil edilmiştir. Çalışmamızda yapay tükürük grubuna ait YT-Oral B'de 15,6 ± 2,9 µm, YT-Enamelon'da 16,5 ± 2,7 µm ve YT-

EnamelonJel+Macun'da 16,8 ± 2,1 μm sert doku kaybı gözlenmiştir. Kullandığımız materyaller içerisindeki SnF miktarları farklı olmasına karşın, sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Anti-eroziv ürünlerin içeriğine farklı oranlarda SnF ilavesinin erozyon üzerinde etkili önemli olmadığını gösteren bu bulgumuzu ($p > 0.05$) Schlueter ve ark. (2014)'nın sonuçları da desteklemektedir (Schlueter ve diğerleri, 2014).

Çalışmamızda anti-eroziv etkinliğini değerlendirdiğimiz ürünlerden biri kitosan içerikli Elmex diş macunudur. Guo ve ark. (2008) kitosanın poly (lactide-co-glycolide) partiküller üzerindeki bağlanma mekanizmasını araştırmışlardır. Kitosanın yüzeyde çok katlı bir tabaka oluşumu sağlayarak yüzeye bağlanabilme özelliği olduğunu rapor etmişlerdir (Guove diğerleri, 2008). Youg ve ark. (1997)'da kitosanın mine gibi zeta potansiyeli olan yüzeylere bağlanabilme özelliği olduğunu rapor etmişlerdir (Youg ve diğerleri, 1997).

Literatürde kalay ile kitosan arasındaki bağlantıyı değerlendiren çalışmalar dikkat çekmektedir. Schlueter ve ark. (2014), F/Sn^{+2} (1,400 $ppmF^{-}$, 3,500 ppm Sn^{+2}), F/S/kitosan (1,400 $ppmF^{-}$, 3,500 ppm Sn^{+2} 0.5 % kitosan) ve SnF_2 jel (pozitif kontrol, GelKam = 3,000 ppm Sn^{+2}, 1,000 $ppmF^{-}$) içerikli materyallerin dental erozyon oluşumun engellenmesindeki etkilerini inceledikleri *in-vivo* çalışmada 10 gönüllü hastayı değerlendirmişlerdir. Çekilmiş insan azı dişlerinden elde ettikleri 240 adet mine örneğini alt çenelere yerleştirerek kişilerden bu apareyleri kullanmalarını istemişlerdir. Materyallerle tedavi işlemi ağız içerisinde demineralizasyon işlemi ağız dışında sitrik asit ile gerçekleştirilen mine örneklerindeki madde kayıpları profilometre kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçları incelendiğinde en fazla madde kaybının 11.2 ± 4.6 μm'lik değerle sadece asit uygulanan plasebo tedavi grubunda olduğu görülmüştür. Asit atağı ardından fırçalanan örneklerde bu değer 17.7 ± 4.7 μm'ye yükselmiştir. Asit atağı ve tedavi işlemi gerçekleştirilen mine örneklerinde F/Sn kombinasyonu sert doku madde kaybını %68 oranında engellerken, F/S/kitosan kombinasyonu sert doku madde kaybını %76 oranında engellemiştir. F/S/kitosan kombinasyonu plasebo grubuna kıyasla anlamlı olarak daha az madde

kaybına neden olmuştur. Araştırmacıların, kitosanın, Sn^{+2} iyonunun etkinliğini arttırdığını ve bu materyalin erozyon abrazyon engellenmesinde etkili olduğunu rapor ettikleri bulgular, çalışmamızdaki yapay tükürük grubuna ait bulgularla örtüşmektedir (Schlueter ve diğerleri, 2014).

Ganss ve ark. (2012) gömülü üçüncü büyük azı dişlerden elde ettikleri mine örneklerini kullandıkları çalışmalarında SnF_2'ün anti-eroziv etkinliğini araştırmışlardır. Çalışmada NaF içerikli (NaF/1, NaF/2, NaF/3), Sn^{+2} içerikli ($NaF/SnCl_2$, AmF/SnF_2, $AmF/NaF/SnCl_2$) ve $AmF/NaF/SnCl_2$ + 0.5% kitosan içerikli ürünler kullanmışlardır. 10 günlük çalışma süresince dişlere günde bir defa iki dakikalık tedavi, günde 6 defa ikişer dakikalık sitrik asit uygulaması yapmışlardır. Profilometre kullanarak değerlendirdikleri çalışma sonuçları incelendiğinde sadece asit uygulanan gruptaki madde kaybının 14.4 ± 4.5 μm, placebo grubunda 20.2 ± 3.8 μm, pozitif kontrol grubunda 4.6 ± 1.9 μm , NaF/1 grubunda 16.5 ± 3.0 μm, NaF/2 grubunda 14.0 ±2.7 μm, NaF/3 grubunda 12.6 ± 3.9 μm, NaF/ $SnCl_2$ grubunda 14.7 ± 5.1 μm, AmF/ SnF_2 grubunda 13.5 ± 4.8 μm, $AmF/NaF/SnCl_2$ grubunda 12.4 ± 4.2 μm, $AmF/NaF/SnCl_2$+kitosan 6.6 ± 3.5 μm olduğu görülmüştür. AmF/NaF/ $SnCl_2$/kitosan grubunun tüm diğer materyallere kıyasla en az madde kaybına neden olarak en etkin materyal olduğunu bildirmişlerdir. Sn^{+2} kitosan içerikli diş macununun Sn^{+2} içerikli diş macununa kıyasla asit atakları karşısında sert doku kaybını engellemede daha etkili olduğunu bildirdikleri çalışma sonuçları bulgularımızı destekler niteliktedir (Ganss ve diğerleri, 2012).

Literatürde müsin ile kitosan arasındaki bağlantıyı değerlendiren çalışmalar da bulunmaktadır. Dedinaite ve ark. (2005), müsin ile kitosan arasındaki bağlanmayı değerlendirdikleri bir çalışmada, aralarında gerçekleşen adezyon ile diş yüzeyinde koruyucu bir tabaka oluştuğunu, bu tabakanın ortamdan kolaylıkla uzaklaştırılamadığını ve oluşan müköz tabakanın asidik solüsyonların diş yüzeyine temasını engelleyen koruyucu bir kalkan görevi gördüğünü bildirmişlerdir (Dedinaite ve diğerleri, 2005).

Svensson ve ark. (2006), insan tükürüğünden elde edilen müsin ile kimyasal olarak üretilen müsin (Sigma Chemical Co. Prod. No. 3895) ve kitosan arasındaki bağlantıyı inceledikleri bir çalışmada, her iki grupta da

müsin ile kitosanın birleşerek, koruyucu bir katman tabaka oluşturduğunu göstermişlerdir (Svensson ve diğerleri, 2006). Van Der Mei ve ark. (2007) çalışmalarında tükürük kaynaklı pelikıla kitosanın bağlanma özelliği olduğunu saptamışlardır (Van Der Mei ve diğerleri, 2007).

Çalışmamızda Elmex ile, remineralizasyon solüsyon grubunda 16.2 ± 1.2 μm, yapay tükürük grubunda ise 13,1 ± 3,0 μm madde kaybı olmuştur. Her iki gruptaki Elmex verileri değerlendirildiğinde, aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu değerler incelendiğinde kitosan içerikli Elmex'in müsin içerikli yapay tükürük solüsyonu içerisinde koruyucu etkinliğinin daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Bulgularımız konu ile ilgili çalışma yapmış araştırmacıların bulgularını destekler niteliktedir (Dedinaite ve diğerleri, 2005; Svensson ve diğerleri, 2006; Van Der Mei ve diğerleri, 2007).

Materyallerin anti-eroziv etkinliklerini değerlendirmeyi amaçladığımız çalışmamızın profilometre basamağında koruyuculuğu en yüksek materyal yapay tükürük grubunda 13,1 ± 3,0 μm'lik madde kaybıyla Elmex olmuştur. Genel olarak çalışma sonuçlarımız konu ile ilgili yapılmış çalışmalarla birlikte değerlendirildiğinde, kalay ve kitosan içerikli anti-eroziv ürünlerin, erozyondan korunmada en etkin materyaller olduğu görülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Antieroziv bir ürün olarak kullanıma sunulan F ve ACP içerikli Enamelon Jel, Enamelon Diş Macunu, Elmex anti-erosiv diş macunu, kalay içerikli konvansiyonel diş macunu Oral-B ve yağ bazlı PHS (phytosphingiosine) materyallerinin anti eroziv etkinliklerinin *in-vitro* koşullarda karşılaştırılmalı değerlendirildiği bu tez çalışmasının sınırları dahilinde,

Mikrosertlik ölçüm deneylerimizin sonuçlarına göre;

- Tedavi gruplarındaki tüm örneklerin negatif kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek mikrosertlik ölçüm değerleri elde edildiği remineralizasyon solüsyonu grubunda kullanılan tüm tedavi materyallerinin anti-eroziv etkinliği olduğu gösterilmiştir.

- Deney gruplarında en iyi mikrosertlik değerleri Elmex anti-eroziv diş macunu ile elde edilmiş ancak çalışmada kullanılan tedavi materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark Elmex anti-erosiv diş macunu ile PHS arasında görülmüştür.

- Yapay tükürük ve remineralizasyon gruplarında, çalışmada kullanılan tüm tedavi materyallerinde, negatif kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde daha yüksek mikrosertlik değerleri saptanmıştır.

- Yapay tükürük deney basamağında en iyi mikrosertlik değerleri yine Elmex anti-erosiv diş macunu ile elde edilmiş, ancak bu grupta deney materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

- Mikrosertlik ölçüm deney sonuçlarımız genel olarak değerlendirildiğinde; deneylerde remineralizasyon solüsyonu ya da yapay tükürük kullanımının çalışmamızda kullandığımız mikrosertlik ölçüm tekniği sonuçları üzerinde anlamlı bir fark yaratmadığı görülmüştür.

Profilometre ölçüm bulgularımıza göre;

- Remineralizasyon solüsyonu deney gruplarında çalışmanın 10. gün sonunda profilometre ile yapılan ölçümler sonucu elde edilen madde kayıp değerleri incelendiğinde, en fazla madde kaybı gözlenen 51,2 ± 4,4 μm değerlerine sahip negatif kontrol gruplarından elde edilen değerle, tüm deney grupları örneklerinden elde edilen değerler arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu saptanmıştır. Çalışmanın remineralizasyon basamağında, kullandığımız tüm tedavi materyallerinin anti-eroziv etkinlikleri profilometre ölçümlerimizle de gösterilmiştir.

- Remineralizasyon grubu deney örneklerinde en az madde kaybı Oral-B ve Elmex Anti-Eroziv diş macunlarıyla saptanmış ve anti eroziv özelliklerinin çalışmada kullanılan diğer tedavi materyallerinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha iyi olduğu bulunmuştur.

- Yapay tükürük deney gruplarından elde edilen ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde en fazla madde kaybının negatif kontrol gruplarında olduğu belirlenmiştir.

- Yapay tükürük deney basamağında en az madde kaybı Elmex anti-eroziv diş macun grubunda bulunmuş ancak diğer tedavi tedavi materyalleriyle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark yalnızca PHS materyaliyle olduğu görülmüştür.

- Profilometre çalışma sonuçlarımız, yapay tükürük ve remineralizasyon solüsyonu deney grupları karşılaştırıldığında, yapay tükürüğün kullanıldığı deney örneklerinde daha az madde kaybı gerçekleştiği görülmüştür.

- *İn-vitro* yapılacak erozyon çalışmalarında, *in-vivo* koşulları yansıtmak amacı ile planlanacak çalışmalarda remineralizasyon solüsyonu yerine yapay tükürük kullanımının tercih edilmesi doğru olacaktır.

- Erozyon çalışmalarında erozyon oluşturmak amacı ile kullanılacak asitli içeceklerin pH değerlerinin yanı sıra, içeriklerindeki kalsiyum fosfat oranı da dikkate alınarak seçimlerine karar verilmelidir.

- Çalışmamızın limitleri dahilinde, erozyon tedavisinde kullanılacak materyallerin, kalay, flor ve kitosan içerikli olmalarının daha başarılı sonuçlar vereceği düşünülmüştür.

- Çalışma sonuçlarımız yağ içerikli bir materyal olan PHS'in, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde mine yüzeyini dental erozyona karşı koruduğu, bu bağlamda flor uygulamalarına alternatif olabileceği ya da flor ile kombine kullanımının başarılı sonuçlar verebileceği düşünülmüştür. Ancak konuyla ilgili *in-vitro* ve *in-vivo* çalışmaların yapılması gerekmektedir.

- Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; erozyon oluşumunun önlenmesi amacıyla planlanan çalışmalarda yüzey mikrosertlik ölçümünün uygun bir değerlendirme yöntemi olmadığı ve benzer çalışmalarda kullanılmasının yanıltıcı sonuçlar vereceği düşünülmüştür.

- Çalışmamızda kullandığımız materyallerin kimyasal etkinliklerini değerlendirmeyi amaçladığımızdan, diş fırçasının abraziv etkisi ile oluşabilecek madde kaybının elimine edilmesi için, deney kurgusunda fırçalama yer almamıştır. Ancak günlük yaşam içinde anti-eroziv ürünlerin diş fırçalama ile kullanılacağı düşünüldüğünde, çalışma sonuçlarını *in-vivo* koşullara yaklaştırmak amacı ile, fırçalamalı ve fırçalamasız araştırmalar planlanmalıdır.

- Dünya Sağlık Örgütü'nün Uluslararası Hastalık Sınıflandırılmasında yer verdiği dental erozyonun dünya genelinde önemli derecede yaygınlık göstermesi ve diş yüzeyini koruyabilecek anti-eroziv ajanlarla ilgili çalışmalar artmasına karşın, günümüzde ideal bir anti eroziv materyal

bulunmamaktadır. Anti-eroziv materyallerin gelişmesine yönelik farklı içerikteki anti-eroziv kombinasyonlarla araştırmaların devam etmesi ve anti-eroziv özelliği saptanan materyallerle klinik çalışmaların da yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Addy, M. ve Hunter, M.L. (2003). Can tooth brushing damage your health? Effects on oral and dental tissues. *International Dental Journal*, 53(3), 177-86.

Adebayo, O.A., Burrow, M.F. ve Tyas, M.J. (2009). An SEM evaluation of conditioned and bonded enamel following carbamide peroxide bleaching and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP–ACP) treatment. *Journal of Dentistry*, 37(4), 297–306.

Aine, L., Baer, M. ve Mäki, M. (1993). Dental erosions caused by gastroesophageal reflux disease in children. *ASDC journal of dentistry for children*, 60(3), 210-4.

Al-Dlaigan, Y.H., Shaw, L. ve Smith, A. (2001). Dental erosion in a group of British 14-year-old school children. Part II: Influence of dietary intake. *British dental journal,* 190(5), 258-61.

Algarni, A.A., Lippert, F. ve Hara, A.T. (2015). Efficacy of stannous, fluoride and their their combination in dentin erosion prevention in vitro. *Brazilian Oral Research*, 29.

Amaechi, B.T., Higham, S.M., Edgar, W.M. ve Milosevic, A. (1999a). Thickness of acquired salivary pellicle as a determinant of the sites of dental erosion. *Journal Of Dental Research*, 78(12), 1821-8.

Amaechi, B.T., Higham, S.M. ve Edgar, W.M. (1999b). Factors influencing the development of dental erosion in vitro: enamel type, temperature and exposure time. *Journal of Oral Rehabilitation*, 26(8), 624-30.

Amaechi, B.T. ve Higham, S.M. (2001). In vitro remineralisation of eroded enamel lesions by saliva. *Journal of Dent*istry, 29(5), 371–6.

Amaral, J.G., Delbem, A.C., Pessan, J.P., Manarelli, M.M. ve Barbour, M.E. (2016). Effects of polyphosphates and fluoride on hydroxyapatite dissolution: A pH-stat investigation. *Archives of Oral Biology*, 63, 40-6.

Anderson, P., Bollet-Quivogne, F.R.G., Dowker, S.E.P. ve Elliott, J.C. (2004). Demineralization in enamel and hydroxyapatite aggregates at increasing ionic strengths. *Archives of Oral Biology,* 49(3), 199–207.

Anusavice, K.J., Phillips, R.W., Shen, C. ve Rawls, H.R. (2003). *Phillips' Science of Dental Materials,* 11th ed. Elsevier Sience, Missouri.

Arends, J., Christoffersen, J., Ruben, J. ve Jongebloed, W.L. (1989). Remineralization of bovine dentine *in vitro*. The influence of the F contents in solution on mineral distribution. *Caries Research*, 23(5), 309-14.

Arowojolu, M.O. (2001). Erosion of tooth enamel surfaces among battery chargers and automobile mechanics in Ibadan: a comparative study. *African Journal of Medicine and Medical Sciences,* 30(1-2), 5-8.

Atkinson, J.C. ve Wu, A.J. (1994). Salivary gland dysfunction: causes, symptoms, treatment. *Journal of the American Dental Association,* 125(4), 409-16.

Attin, T., Koidl, U., Buchalla, W., Schaller, H.G., Kielbassa, A.M. ve Hellwig, E. (1997). Correlation of microhardness and wear in differently eroded bovine dental enamel. *Archives of Oral Biology,* 42(3), 243-50.

Attin, T., Deifuss, H. ve Hellwig, E. (1999). Influence of acidified fluoride gel on abrasion resistance of eroded enamel. *Caries Research*, 33(2), 135-9.

Attin, T., Knöfel, S., Buchalla, W. ve 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., Meyer, K., Hellwig, E., Buchalla, W. ve Lennon, A.M. (2003). Effect of mineral supplements to citric acid on enamel erosion. *Archives of Oral Biology,* 48(11), 753-759.

Attin, T., Siegel, S., Buchalla, W., Lennon, A.M., Hannig, C. ve Becker, K. (2004). Brushing abrasion of softened and remineralised dentin: an in situ study. *Caries Research*, 38(1), 62-6.

Attin, T., Weiss, K., Becker, K., Buchalla, W. ve Wiegand, A. (2005). Impact of modified acidic soft drinks on enamel erosion. *Oral Diseases,* 11(1), 7-12.

Attin, T. ve Wegehaupt, F.J. (2014). Impact of erosive conditions on tooth-colored restorative materials. *Dental Materials,* 30(1), 43-9.

Aykut, Y. A., Attin, T. ve Wiegand, A. (2014) Prevention of dentine erosion by brushing with anti-erosive toothpastes. *Journal of Dentistry,* 42(7), 856-61.

Azzopardi, A., Bartlett, D.W., Watson, T.F. ve Sherriff, M. (2001).The measurement and prevention of erosion and abrasion. *Journal of Dent*istry, 29(6), 395–400.

Azzopardi, A., Bartlett, D.W., Watson, T.F. ve Sherriff, M. (2004). The surface effects of erosion and abrasion on dentine with and without a protective layer. *British Dental Journal,* 196(6), 351-4.

Bae, K., Jun, E.J., Lee, S.M., Paik, D.I. ve Kim, J.B. (2006). Effect of water-soluble reduced chitosan on Streptococcus mutans, plaque re-growth and biofilm vitality. *Clinical Oral Investigation,* 10(2), 102–107.

Bandyopadhyay, A. ve Bose, S. (Eds.), (2013). *Characterization of Biomaterials*. Elsevier Science, Oxford, 135-160.

Barbcock, F.D., King, J.C. ve Jordan, T.H. (1978). The reaction of

stannous fluoride and hydroxyapatite. *Journal of Dental Research*, 57(9–10), 933–8. In, Souza, B.M.,. Lima, L.L.M, Comar, L.P., Buzalaf, M.A.R. ve Magalha˜ es, A.C. (2014). Effect of experimental mouthrinses containing the combination of NaF and TiF_4 on enamel erosive wear in vitro. *Archives of Oral Biology,* 59(6), 621–624.

Barbosa, C.S., Montagnolli, L.G., Kato, M.T., Sampaio, F.C. ve Buzalaf, M.A. (2012). Calcium glycerophosphate supplemented to soft drinks reduces bovine enamel erosion. *Journal of Applies Oral Science,* 20(4), 410-3.

Barbour, M.E. ve Lussi, A. (2014). Erosion in relation to nutrition and the environment. *Monograpghs in Oral Science,* 25, 143-54.

Bartlett, D.W., Blunt, L. ve Smith, B.G. (1997). Measurement of tooth wear in patients with palatal erosion. *British Dental Journal,* 182(5), 179–84.

Bartlett, D.W., Ricketts, D.N. ve Fisher, N.L. (1997). Management of the short clinical crown by indirect restorations. *Dental Update,* 24(10), 431-6.

Bartlett, D.W. ve Smith, B.G.N. (2000). Definition, classification and clinical assessment of attrition, erosion and abrasion of enamel and dentine. In: Addy, M, Embery, G., Edgar, W.M., Orchardson, R. (2000). Tooth wear and sensitivity—clinical advances in restorative dentistry. 1st edn. London; Martin Dunitz Ltd, 87–93.

Bartlett, D. (2000). Adapting crown preparations to adhesive materials. *Dental Update,* 27(9), 460-3.

Bartlett, D.W., Bureau, G.P. ve Anggiansah, A. (2003). Evaluation of the pH of a new carbonated soft drink beverage: an in vivo investigation. *Journal of Prosthodontics,* 12(1), 21-5.

Bartlett, D. (2006). Intrinsic causes of erosion. *Monograpghs in Oral Science*, 20, 119-39.

Bartlett, D., Sundaram, G. ve Moazzez, R. (2011). Trial of protective effect of fissure sealants, in vivo, on the palatal surfaces of anterior teeth, in patients suffering from erosion. *Journal of Dentistry,* 39(1), 26-9.

Bartlett, D.W., Lussi, A., West, N.X., Bouchard, P., Sanz, M. ve Bourgeois, D. (2013). Prevalence of tooth wear on buccal and lingual surfaces and possible risk factors in young European adults. *Journal of Dentistry,* 41(11), 1007-13.

Benz, V.M., van 't Hof, W., Bikker, F.J., Nazmi, K., Brand, H.S., Sotres, J., Lindh, L., Arnebrant, T. ve Veerman, E.C. (2015). Sphingoid bases inhibit acid-induced demineralization of hydroxyapatite. *Caries Research,* 49(1), 9-17.

Besinis, A., van Noort, R. ve Martin, N. (2014). Remineralization potential of fully demineralized dentin infiltrated with silica and hydroxyapatite nanoparticles. *Dental Materials,* 30(3), 249-62.

Beun, S., Bailly, C., Devaux, J. ve Leloup, G. (2012). Physical, mechanical and rheological characterization of resin-based pit and fissure sealants compared to flowable resin composites. *Dental Materials, 28*(4), 349–359.

Bhatti, S.A., Walsh, T.F. ve Douglas, C.W. (1994). Ethanol and pH levels of proprietary mouthrinses. *Community Dental Health,* 11(2), 71-4.

Black, G.V. (1908). A work on operative dentistry in two volumes. Chicago: Medico-Dental Publishing Company. In Gambon, D.L., Brand, H.S. ve Veerman, E.C. (2012). Dental erosion in the 21st century: what is happening to nutritional habits and lifestyle in our society? *British Dental Journal,* 27(2), 55-7.

Bradna, P., Vrbova, R., Fialova, V., Housova, D. ve Gojisova, E. (2015). Formation of protective deposits by anti-erosive toothpastes-a microscopic study on Enamel with Artificial defects. *Scanning,* 99,(1-9).

Brand, H.S., Gambon, D.L., Van Dop, L.F., Van Liere, L.E. ve Veerman, E.C. (2010). The erosive potential of jawbreakers, a type of hard candy. *International Journal of Dental Hygine*, 8(4), 308-12.

Brandini, D.A., De Sousa, A.L., Trevisan, C.I., Pinelli, L.A., Do Couto Santos, S.C., Pedrini, D. ve Panzarini, S.R. (2011). Noncarious cervical lesions and their association with toothbrushing practices: in vivo evaluation. *Operative Dentistry,* 36(6), 581-9.

Bruvo, M., Moe, D., Kirkeby, S., Vorum, H. ve Bardow, A. (2009). Individual variations in protective effects of experimentally formed salivary pellicles. *Caries Research,* 43(3), 163-70.

Buchalla, W., Attin, T., Roth, P. ve Hellwig, E. (2003). Influence of olive oil emulsions on dentin demineralization in vitro. *Caries Research,* 37(2), 100–107.

Bull, A.W. ve Bradley, D.J. (1969). Erosion and the problem of control. *Australian Dental Journal*, 14, 293–294. In Young, A., Thrane, P.S., Saxegaard, E., Jonski, G. ve Rölla, G. (2006). Effect of stannous fluoride toothpaste on erosion-like lesions: an in vivo study. *Europian Journal of Oral Sciences,* 114(3), 180-3.

Burak, N., Kaidonis, J.A., Richards, L.C. ve Townsend, G.C. (1999). Experimental studies of human dentine wear. *Archives of Oral Biology*, 44(10), 885-7.

Buzalaf, M.A., Magalhães, A.C. ve Wiegand, A. (2014). Alternatives to fluoride in the prevention and treatment of dental erosion. *Monograpghs in Oral Science,* 25, 244-52.

Caldas, D.B.M., Almeida, J.B., Correr-Sobrinho, L., Sinhoreti, M.A.C. ve Consani, S. (2003). Influence of curing tip distance on resin composite Knoop hardness number, using three different light curing units. *Operative Dent*istry, 28(3), 315–320.

Caplan, D.J., Slade, G.D., Biesbrock, A.R., Bartizek, R.D., Mcclanahan, S.F. ve Beck, J.D. (1999). A comparison of increment and incidence density analyses in evaluating the anticaries effects of two dentifrices. *Caries Research*, 33(1), 16–22.

Carvalho, F.G., Brasil, V.L. , Silva Filho, T.J., Carlo, H.L., Santos, R.L. ve Lima, B.A. (2013). Protective effect of calcium nanophosphate and CPP-ACP agents on enamel erosion. *Brazilian Oral Research,* 27(6), 463-70.

Carvalho, T.S. ve Lussi, A. (2014). Combined effect of a fluoride-, stannous- and chitosan-containing toothpaste and stannous-containing rinse on the prevention of initial enamel erosion-abrasion. *Journal of Dentistry,* 42(4), 450-9.

Carvalho, T.S. ve Lussi, A. (2015). Susceptibility of enamel to initial erosion in relation to tooth type, tooth surface and enamel depth. *Caries Research,* 49(2), 109-15.

Cassiano, L.P., Charone, S., Souza, J.G., Leizico, L.C., Pessan, J.P., Magalhães, A.C., Buzalaf, M.A. (2016). Protective Effect of Whole and Fat-Free Fluoridated Milk, Applied before or after Acid Challenge, against Dental Erosion. *Caries Research,* 50(2):111-116.

Cassolato, S.F. ve Turnbull, R.S. (2003). Xerostomia: clinical aspects and treatment. *Gerodontology,* 20(2), 64-77.

Cavadini, C., Siega-Riz, A.M. ve Popkin, B.M. (2000). US adolescent food intake trends from 1965 to 1996. *Archives of Disease in Childhood*, 83(1), 18–24

Charon, J., Sandele, P. ve Joachim, F. (1990). Iatrogenic interdental brushing. Apropos of a case. Journal de Parodontologie, 9(1), 51-5. In Wiegand, A. ve Schlueter, N. (2014). The role of oral hygiene: does toothbrushing harm? *Monographs in oral science*, 25, 215-9.

Chaudhry, S.I., Harris, J.L. ve Challacombe, S.J. (1997). Dental erosion in a wine merchant: an occupational hazard? *British Dental Journal*, 182(6), 226-8.

Christensen, C.M. ve Navazesh, M. (1984). Anticipatory salivary flow to the sight of different foods. *Appetite,* 5(4), 307-15.

Claesson, P.M. ve Ninham, B.W. (1992). pH-dependent interactions between adsorbed chitosan layers. *Langmuir*, 8, 1406–1412. In Schlueter, N., Klimek, J. ve Ganss, C. (2014). Effect of a chitosan additive to a Sn(2+)-containing toothpaste on its anti-erosive/anti- abrasive efficacy-a controlled randomised in situ trial. *Clinical Oral Investigations*;18(1), 107–15.

Clark, C.S., Kraus, B.B., Sinclair, J. ve Castell, D.O. (1989). Gastroesophageal reflux induced by exercise in healthy volunteers. *JAMA*, 261(24), 3599-601. In Barbour, M.E. ve Lussi, A. (2014). Erosion in relation to nutrition and the environment. *Monographs in oral science*, 25, 143-54.

Comar, L.P., Gomes, M.F., Ito, N., Salomã o, P.A., Grizzo, L.T. ve Magalhã es, A.C. (2012). Effect of NaF, SnF(2), and TiF(4) toothpastes on bovine enamel and dentin erosion-abrasion in vitro. *International Journal of Dentistry*, 2012, 134350.

Cruz, N.V., Pessan, J.P., Manarelli, M.M., Souza, M.D. ve Delbem, A.C. (2015). In vitro effect of low-fluoride toothpastes containing sodium trimetaphosphate on enamel erosion. *Archives of Oral Biology,* 60(9), 1231-6.

Dahshan, A., Patel, H., Delaney, J., Wuerth, A., Thomas, R. ve Tolia, V. (2002). Gastroesophageal reflux disease and dental erosion in children. *Journal of Pediatrics,* 140(4), 474-8.

Davidson, C.L., Boom, G. ve Arends, J. (1973). Calcium distribution in human and bovine surface enamel. *Caries Research,* 7(4), 349–59. In Wegehaupt, F.J., Tauböck, T.T., Stillhard, A., Schmidlin, P.R. ve Attin, T. (2012). Influence of extra- and intra-oral application of CPP-ACP and fluoride on re-hardening of eroded enamel. *Acta Odontologica Scandinavica,* 70(3), 177-83.

Davies, R., Hunter, L., Loyn, T. ve Rees, J. (2008). Sour sweets: a new type of erosive challenge? *British Dental Journal,* 204(2), 84-5.

Dawes, C. ve Kubieniec, K. (2004). The effects of prolonged gum chewing on salivary flow rate and composition. *Archives of Oral Biology*, 49(8), 665-9.

Decker, E.M., von Ohle, C., Weiger, R., Wiech, I. ve Brecx, M. (2005). A synergistic chlorhexidine/chitosan combination for improved antiplaque strategies. *Journal of Periodontal Research*, 40(5), 373–377.

Dedinaite, A., Lundin, M., Macakova, L. ve Auletta, T. (2005). Mucin-chitosan complexes at the solid-liquid interface: multilayer formation and stability in surfactant solutions. *Langmuir*, 21(21), 9502– 9509.

Devlin, H., Bassiouny, A. ve Boston, D. (2006). Hardness of enamel exposed to Coca-Cola and artificial saliva. *Journal of Oral Rehabilitation*, 33(1), 26–30.

DeWald, J.P. ve Ferracane, J.L. (1987). A comparison of four modes of evaluating depth of cure of light-activated composites. *Journal of Dental Research*, 66(3), 727–730.

Dodds, M.W., Johnson, D.A. ve Yeh, C.K. (2005). Health benefits of saliva: a review. *Journal of Dentistry,* 33(3), 223-33.

dos Santos, A.P., Nadanovsky, P., ve de Oliveira, B.H. (2011). Inconsistencies in recommendations on oral hygiene practices for children by

professional dental and paediatric organisations in ten countries. *International Journal of Paediatric dentistry,* 21(3), 223–31.

Downer, M.C. (1995). The 1993 national survey of children's dental health. *British dental journal,* 178(11), 407– 412.

Dugmore, C.R. ve Rock, W.P. (2003). Asthma and tooth erosion. Is there an association? *International Journal of Paediatric Dentistry*, 13(6), 417-24.

Dülgergil, C.T., Erdemir, E.O., Ercan, E. ve Erdemir, A. (2007). An industrial dental-erosion by chromic Acid: a case report. *European Journal of Dentistry,* 1(2), 119-22.

Dyer, D., Addy, M. ve Newcombe, R.G. (2000). Studies in vitro of abrasion by different manual toothbrush heads and a standard toothpaste. *Journal of Clinical Periodontology,* 27(2), 99-103.

Dyer, D., MacDonald, E., Newcombe, R.G., Scratcher, C., Ley, F. ve Addy, M. (2001). Abrasion and stain removal by different manual toothbrushes and brush actions: studies in vitro. *Journal of Clinical Periodontology,* 28(2), 121-7.

Edmunds, D.H., Whittaker, D.K. ve Green, R.M. (1988). Suitability of human, bovine, equine, and ovine tooth enamel for studies of artificial bacterial carious lesions. *Caries Research,* 22(6), 327-36.

Edwards, M., Creanor, S.L., Foye, R.H. ve Gilmour, W.H. (1999). Buffering capacities of soft drinks: the potential influence on dental erosion. *Journal of Oral Rehabilitation,* 26(12), 923–927.

Eisenburger, M., Hughes, J., West, N.X., Jandt, K.D. ve Addy, M. (2000). Ultrasonication as a method to study enamel demineralisation during acid erosion. *Caries Research,* 34(4), 289-94.

Eisenburger, M., Addy, M., Hughes, J.A. ve Shellis, R.P. (2001). Effect of time on the remineralisation of enamel by synthetic saliva after citric acid erosion. *Caries Research,* 35(3), 211-5.

Eisenburger, M. ve Addy, M. (2002). Erosion and attrition of human enamel in vitro part I: interaction effects. *Journal of Dentistry*, 30(7-8), 341-7.

Eisenburger, M., Shellis, R.P. ve Addy, M. (2003). Comparative study of wear of enamel induced by alternating and simultaneous combinations of abrasion and erosion in vitro. *Caries Research*, 37(6), 450-5.

Engelen, L., De Wijk, R.A., Prinz, J.F., Van Der Bilt, A. ve Bosman, F. (2003). The relation between saliva flow after different stimulations and the perception of flavor and texture attributes in custard desserts. *Physiology & Behavior,* 78(1), 165-9.

Esser, M., Tinschert, J. ve Marx, R. (1998). Materialkennwerte der zahn- hartsubstanz des rindes im vergleich zur humanen zahnhart- substanz. *Dtsch Zahnarztl Z Journal,* 53, 713–17. In Wegehaupt, F.J., Tauböck, T.T., Stillhard, A., Schmidlin, P.R., Attin, T. (2012) Influence of extra- and intra-oral application of CPP-ACP and fluoride on re-hardening of eroded enamel. *Acta Odontologica Scandinavica,* 70(3), 177-83.

Featherstone, J.D.B. ve Mellberg, J.R. (1981). Relative rates of progress of artificial carious lesions in bovine, ovine, and human enamel. *Caries Research*, 15(1), 109-14.

Featherstone, J.D.B., Behrman, J.M. ve Bell, J.E. (1993). Effect of whole saliva components on enamel demineralization in vitro. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine Journal,* 75(4), 357–362.

Ferguson, D.B. (1996). The flow rate of unstimulated human labial gland saliva. *Journal of Dental Research,* 75(4), 980–985.

Field, J., Waterhouse, P. ve German, M. (2010). Quantifying and qualifying surfacechanges on dental hard tissues in vitro. *Journal of Dentistry,* 38(3), 182–190.

Flury, S., Koch, T., Peutzfeldt, A., Lussi, A. ve Ganss, C. (2013). The effect of a tin-containing fluoride mouth rinse on the bond between resin composite and erosively demineralised dentin. *Clinical Oral Investigations,* 17(1), 217-25.

Fushida, C.E. ve Cury, J.A. (1999). In situ evaluation of enamel-dentine erosion by beverage and recovery by saliva. *Revista de Odontologia*, 13, 127-134. In Hara, A.T. ve Zero, D.T. (2014). The Potential of Saliva in Protecting against Dental Erosion. *Monographs in oral science*, 25, 197-205.

Galler, K.M., D'Souza, R.N., Hartgerink, J.D. ve Schmalz, G. (2011). Scaffolds for dental pulp tissue engineering. *Advances in Dental Research,* 23(3), 333–339.

Ganss, C., Klimek, J., Brune, V. ve Schurmann, A. (2004a). Effects of two fluoridation measures on erosion progression in human enamel and dentine in situ. *Caries Research,* 38(6), 561–566.

Ganss, C., Klimek, J. ve Starck, C. (2004b). Quantitative analysis of the impact of the organic matrix on the fluoride effect on erosion progression in human dentine using longitudinal microradiography. *Archives of Oral Biology,* 49(11), 931-935.

Ganss, C., Lussi, A. ve Klimek, J. (2005). Comparison of calcium/ phosphorus analysis, longitudinal microradiography and profilometry for the quantitative assessment of erosive demineralisation. *Caries Research,* 39(3), 178–84.

Ganss, C., Klimek, J. ve Lussi, A. (2006). Accuracy and consistency of the visual diagnosis of exposed dentine on worn occlusal/incisal surfaces. *Caries Research,* 40(3), 208-12.

Ganss, C., Schlueter, N., Friedrich, D. ve Klimek, J. (2007a) 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. ve Klimek, J. (2007b). Retention of KOH-soluble fluoride on enamel and dentine under erosive conditions – a comparison of in vitro and in situ results. *Archives of Oral Biology*, 52(1), 9–14.

Ganss, C., Schlueter, N., Hardt, M., Schattenberg, P. ve Klimek, J. (2008). Effect of fluoride compounds on enamel erosion in vitro: a comparison of amine, sodium and stannous fluoride. *Caries Research,*42(1), 2-7.

Ganss, C., Hardt, M., Blazek, D., Klimek, J. ve Schlueter, N. (2009). Effects of toothbrushing force on the mineral content and demineralized organic matrix of eroded dentine. *European Journal of Oral Sciences,* 117(3), 255-60.

Ganss, C., Neutard, L., von Hinckeldey, J., Klimek, J. ve Schlueter, N. (2010). Efficacy of a tin/fluoride rinse: a randomized in situ trial on erosion. *Journal of Dental Research,* 89(11), 1214–8.

Ganss, C., Lussi, A., Grunau, O., Klimek, J. ve Schlueter, N. (2011). Conventional and anti-erosion fluoride toothpastes: effect on enamel erosion and erosion-abrasion *Caries Research*, 45(6), 581-9.

Ganss, C., Hinckeldey, J., Tolle, A., Schulze, K., Klimek, J. ve Schlueter, N. (2012). Efficacy of the stannous ion and a biopolymer in toothpastes on enamel erosion/abrasion. *Journal of Dentistry,* 40(12), 1036-43.

Ganss, C., Schulze, K. ve Schlueter, N. (2013). Toothpaste and erosion. *Monographs in Oral Science*, 23, 88-99.

Ganss, C. ve Lussi, A. (2014). Diagnosis of erosive tooth wear. *Monograpghs in Oral Science,* 25, 22-31.

Ganss, C., Lussi, A. ve Schlueter, N. (2014). The histological features and physical properties of eroded dental hard tissues. *Monograpghs in Oral Science,* 25, 99-107.

Gedalia, I., Dakuar, A., Shapira, L., Lewinstein, I., Goultschin, J. ve Rahamim, E. (1991). Enamel softening with Coca-Cola and rehard- ening with milk or saliva. *American Journal of Dentistry*, 4(3), 120–122.

Gente, M., Sondermann, U. ve Lehmann, K.M. (1985). Linear coefficient of thermal expansion for bovine enamel and dentin. *Dtsch Zahnarztl Z Journal*, 40, 488–90. In Wegehaupt, F.J., Tauböck, T.T., Stillhard, A., Schmidlin, P.R., Attin, T. (2012) Influence of extra- and intra-oral application of CPP-ACP and fluoride on re-hardening of eroded enamel. *Acta Odontologica Scandinavica,* 70(3), 177-83.

Giunta, J.L. (1983). Dental erosion resulting from chewable vitamin C tablets. *Journal of American Dental Association*, 107(2), 253-6.

Gleason, P. ve Suitor, C. (2001). Children's diets in the mid-1990s: Dietary intake and its relationship with school meal participation. US Department of Agriculture, Food and Nutrition Service, Office of Analysis, Nutrition and Evaluation, Alexandria, VA. In Barbour, M.E. ve Lussi, A. (2014). Erosion in relation to nutrition and the environment. *Monograpghs in Oral Science,* 25, 143-54.

Gray, A., Ferguson, M.M. ve Wall, J.G. (1998). Wine tasting and dental erosion. Case report. *Australian Dental Journal,* 43(1), 32-4.

Grippo, J.O. (1991). Abfractions: a new classification of hard tissue lesions of teeth. *Journal of Esthetic Dentistry,* 3(1), 14-9. In Shellis, R.P. ve Addy, M. (2014). The interactions between attrition abrasion and erosion in Tooth Wear. *Monographs in oral science*, 25, 32-45.

Guo, C. ve Gemeinhart, R.A. (2008). Understanding the adsorption mechanism of chitosan onto poly (lactide-co-glycolide) particles. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics,* 70(2), 597–604.

Gurgel, C.V., Rios, D., Buzalaf, M.A., da Silva, S.M., Araújo, J.J., Pauletto, A.R., ve de Machado, M.A. (2011). Dental erosion in a group of 12- and 16-year-old Brazilian schoolchildren. *Pediatric Dentistry,* 33(1), 23-8.

Hannig, C., Wagenschwanz, C., Pötschke, S., Kümmerer, K., Kensche, A., Hoth-Hannig, W. ve Hannig, M. (2012). Effect of safflower oil on the protective properties of the in situ formed salivary pellicle. *Caries Research,* 46(5), 496-506.

Hannig, M. (1999). Ultrastructural investigation of pellicle morphogenesis at two different intraoral sites during a 24-h period. *Clinical Oral Investigation,* 3(2), 88-95.

Hannig, M. ve Balz, M. (1999). Influence of in vivo formed salivary pellicle on enamel erosion. *Caries Research,* 33(5), 372-9.

Hannig, M. ve Joiner, A. (2006) The structure, function and properties of the acquired pellicle. *Monograpghs in Oral Science,* 19, 29-64.

Hannig, M. ve Hannig, C. (2014). The pellicle and erosion. *Monograpghs in Oral Science,* 25, 206-14.

Hara, A.T., Ando, M., González-Cabezas, C., Cury, J.A., Serra, M.C. ve Zero, D.T. (2006a). Protective effect of the dental pellicle against erosive challenges in situ. *Journal of Dental Res*earch, 85(7), 612-6.

Hara, A.T., Lussi, A. ve Zero, D.T. (2006b). Biological factors. *Monographs in Oral Science*, 20, 88–99.

Hara, A.T., Gonzalez-Cabezas, C., Creeth, J. ve Zero, D.T. (2008). The effect of human saliva substitutes in an erosion–abrasion cycling model. *European Journal of Oral Sciences,* 116(6), 552–6.

Hara, A.T., González-Cabezas, C., Creeth, J., Parmar, M., Eckert, G.J. ve Zero, D.T. (2009). Interplay between fluoride and abrasivity of dentifrices on dental erosion-abrasion. *Journal of Dental Res*earch, 37(10), 781-5.

Hara, A.T., Lippert, F. ve Zero, D.T. (2013). Interplay between experimental dental pellicles and stannous-containing toothpaste on dental erosion–abrasion. *Caries Research*, 47(4), 325–9.

Hara, AT ve Zero, DT. (2014). The potential of saliva in protecting against dental erosion. *Monographs in oral science*, 25, 197-205.

Haznedaroğlu, E. ve Menteş, A., (2013). Farklı yüzey hazırlama teknikleri kullanarak uygulanan cam iyonomer esaslı fissür örtücünün mine mikrosertliğine etkisinin ve mineyle bağlantısının tarayıcılı elektron mikroskop altında incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi,* 21(2), 177-186.

Hellwig, E. ve Lussi, A. (2014). Oral hygiene products, medications and drugs - hidden aetiological factors for dental erosion. *Monograpghs in Oral Science,* 25, 155-62.

Hjortsjö, C., Jonski, G., Young, A. ve Saxegaard, E. (2010). Effect of acidic fluoride treatments on early enamel erosion lesions--a comparison of calcium and profilometric analyses. *Archives of Oral Biology,* 55(3), 229-34.

Hooper, S., West, N.X., Pickles, M.J., Joiner, A., Newcombe, R.G. ve Addy, M. (2003). Investigation of erosion and abrasion on enamel and

dentine: a model in situ using toothpastes of different abrasivity. *Journal of Clinical Periodontology,* 30(9), 802-8.

Hooper, S., West, N.X., Sharif, N., Smith, S., North, M., De'Ath, J., Parker, D.M., Roedig-Penman, A. ve Addy, M. (2004). A comparison of enamel erosion by a new sports drink compared to two proprietary products: a controlled, crossover study in situ. *Journal of Dentistry*, 32(7), 541-5.

Hooper, S.M., Newcombe, R.G., Faller, R., Eversole, S., Addy, M. ve West, N.X. (2007). The protective effects of toothpaste against erosion by orange juice: studies in situ and in vitro. *Journal of Dental Research,* 35(6), 476-81.

Hove, L., Holme, B., Øgaard, B., Willumsen, T. ve Tveit, A.B. (2006). The protective effect of TiF_4, SnF_2 and NaF on erosion of enamel by hydrochloric acid in vitro measured by white light interferometry. *Caries Research*, 40(5), 440–3.

Hove, L.H., Holme, B., Young, A. ve Tveit, A.B. (2008). The protective effect of TiF4, SnF2 and NaF against erosion-like lesions in situ. *Caries Research*, 42(1), 68–72.

Hunter, M.L., West, N.X., Hughes, J.A., Newcombe, R.G. ve Addy, M. (2000). Erosion of deciduous and permanent dental hard tissue in the oral environment. *Journal of Dentistry*, 28(4), 257–263.

Hughes, J.A., West, N.X., Parker, D.M., Newcombe, R.G. ve Addy, M. (1999a). Development and evaluation of a low erosive blackcurrant juice drink. 3. Final drink and concentrate, formulae comparisons in situ and overview of the concept. *Journal of Dentistry,* 27(5), 345-50.

Hughes, J.A., West, N.X., Parker, D.M., Newcombe, R.G. ve Addy, M. (1999b). Development and evaluation of a low erosive blackcurrant juice

drink in vitro and in situ. 1. Comparison with orange juice. *Journal of Dentistry,* 27(4), 285-9.

Imfeld, T. (1996). Dental erosion. Definition, classification and links. *European Journal of Oral Sciences,* 104(2), 151-155.

Ionta, F.Q. , Fernanda, L.M., Gabriela, C.O., Catarina, R.A., Heitor, M.H., Ana, C.M. ve Daniela, R. (2014). In vitro assessment of artificial saliva formulations on initial enamel erosion remineralization. *Journal of dentistry,* 42(2), 175–179.

Jaeggi, T. ve Lussi, A. (1999). Toothbrush abrasion of erosively altered enamel after intraoral exposure to saliva: an in situ study. *Caries Research*, 33(6), 455-61.

Jaeggi, T. ve Lussi, A. (2006). Prevalence, incidence and distribution of erosion. *Monographs in Oral Science,* 20, 44–65.

Jager, D.H., Vieira, A.M., Ligtenberg, A.J., Bronkhorst, E., Huysmans, M.C. ve Vissink, A. (2011). Effect of salivary factors on the susceptibility of hydroxyapatite to early erosion. *Caries Research*, 45(6), 532-7.

Järvinen, V., Meurman, J.H., Hyvärinen, H., Rytömaa, I. ve Murtomaa, H. (1988). Dental erosion and upper gastrointestinal disorders. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology,* 65(3), 298-303.

Järvinen, V.K., Rytömaa, I.I. ve Heinonen, O.P. (1991). Risk factors in dental erosion. *Journal of Dental Research*, 70(6), 942-947.

Johansson, A.K., Lingstro¨M.P. ve Birkhed, D. (2002). Comparison of 116 factors potentially related to the occurrence of dental erosion in high- and low-erosion groups. *European Journal of Oral Sciences,* 110(3), 204–211.

Jensdottir, T., Nauntofte, B., Buchwald, C. ve Bardow, A. (2007). Effects of calcium on the erosive potential of acidic candies in saliva. *Caries Research,* 41(1), 68-73.

Joiner, A., Pickles, M.J., Tanner, C., Weader, E. ve Doyle, P. (2004). An in situ model to study the toothpaste abrasion of enamel. *Journal of Clinical Periodontology,* 31(6), 434-8.

Joiner, A., Schwarz, A., Philpotts, C.J., Cox, T.F., Huber, K. ve Hannig, M. (2008). The protective nature of pellicle towards toothpaste abrasion on enamel and dentine. *Journal of Dentistry,* 36(5), 360-8.

Kaidonis, J.A., Richards, L.C., Townsend, G.C. ve Tansley, G.D. (1998). Wear of human enamel: a quantitative in vitro assessment. *Journal of Dental Res*earch, 77(12), 1983-90.

Kaidonis, J.A. (2008). Tooth wear: the view of the anthropologist. *Clinical Oral Investigations,* 12(1), 21-6.

Kaifu, Y., Kasai, K. ve Townsend, G.C. ve Richards, L.C. (2003). Tooth wear and the "design" of the human dentition: a perspective from evolutionary medicine. *American Journal of Physical Anthropology,* 37, 47-61.

Kielbassa, A.M., Shohadai, S.P. ve Schulte-Mönting, J. (2001) Effect of saliva substitutes on mineral content of demineralized and sound dental enamel. *Supportive Care in Cancer,* 9(1), 40-7.

Kielbassa, A.M., Gillmann, L., Zantner, C., Meyer-Lueckel, H., Hellwig, E. ve Schulte-Mönting, J. (2005). Profilometric and microradiographic studies on the effects of toothpaste and acidic gel abrasivity on sound and demineralized bovine dental enamel. *Caries Research*, 39(5), 380-6.

Kim, J.W., Jang, K.T., Lee, S.H., Kim, C.C., Hahn, S.H. ve Garcia-Godoy, F. (2001). In vivo rehardening of enamel eroded by a cola drink. *ASDC journal of dentistry for children,* 68(2), 122–4.

Kirkham, J., Firth, A., Vernals, D., Boden, N., Robinson, C. ve Shore, R.C. (2007). Self-assembling peptide scaffolds promote enamel remineralization. *Journal of Dental Research,* 86(5), 426–30.

Klein, D.A. ve Walsh, B.T. (2004). Eating disorders: clinical features and pathophysiology. *Physiology & Behavior,* 81(2), 359-74.

Knezevic, A., Nyamaa, I., Tarle, Z. ve Kunzelmann, K.H. (2010). In vitro assessment of human dentin wear resulting from toothbrushing. *Journal of the California Dental Association,* 38(2), 109-13.

Kwong, S.M., Cheung, G.S., Kei, L.H., Itthagarun, A., Smales, R.J., Tay, F.R. ve Pashley, D.H. (2002). Micro-tensile bond strengths to sclerotic dentin using a self-etching and a total-etching technique. *Dental Materials,* 18(5), 359-69.

Lagerweij, M.D., Buchalla, W., Kohnke, S., Becker, K., Lennon, A.M. ve Attin, T. (2006). Prevention of erosion and abrasion by a high fluoride concentration gel applied at high frequencies. *Caries Research*, 40(2), 148-53.

Lambrechts, P., Van Meerbeek, B., Perdigão, J., Gladys, S., Braem, M. ve Vanherle, G. (1996). Restorative therapy for erosive lesions. *European Journal of Oral Sciences,* 104(2), 229-40.

Larsen, M.J. (1973). Dissolution of enamel. *Scandinavian Journal of Dental Research,* 81(7), 518-22. In Barbour, M.E. ve Lussi, A. (2014). Erosion in relation to nutrition and the environment. *Monograpghs in Oral Science,* 25, 143-54.

Larsen, M.J. (1990). Chemical events during tooth dissolution. *Journal of Dental Res*earch, 69(575-80), 643-6.

Larsen, M.J. ve 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), 81-87.

Larsen, M.J. ve Pearce, E.I. (2003). Saturation of human saliva with respect to calcium salts. *Archives of Oral Biology,* 48(4), 317-22.

Lee, M., Feldman, M. (1998). Nausea and vomiting. In: Feldman M, Friedman LS, Brandt LJ, eds. Sleisenger & Fordtran's Gastrointestinal and Liver Disease. 6th ed. Philadelphia; Saunders Elsevier, 121-124.

Lee, V.M. ve Linden, R.W. (1992). An olfactory-submandibular salivary reflex in humans. *Experimental Physiology,* 77(1), 221-4.

Lennon, A.M., Pfeffer, M., Buchalla, W., Becker, K., Lennon, S. ve Attin, T. (2006). Effect of a casein/calcium phosphate-containing tooth cream and fluoride on enamel erosion in vitro. *Caries Research*, 40(2), 154–7.

Levy, F.M., Magalhães, A.C., Gomes, M.F., Comar, L.P., Rios, D. ve Buzalaf, M.A. (2012). The erosion and abrasion-inhibiting effect of TiF(4) and NaF varnishes and solutions on enamel in vitro. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 22(1), 11-6.

Levy, F.M., Rios, D., Buzalaf, M.A. ve Magalhães, A.C. (2014). Efficacy of TiF4 and NaF varnish and solution: a randomized in situ study on enamel erosive-abrasive wear. *Clinical Oral Investigations*, 18(4), 1097-102.

Li, Q., Dunn, E.T., Grandmaison, E.W. ve Goosen, M.F.A. (1992). Applications and properties of chitosan. *Journal Of Bioactive And Compatible Polymers*, 7, 370–397.

Lilenfeld, L.R., Stein, D., Bulik, C.M., Strober, M., K. Plotnicov, C. Pollice, Rao, R., Merikangas, K.R., Nagy, L. ve Kaye, W.H. (2000). Personality traits among currently eating disordered, recovered and never ill first-degree female relatives of bulimic and control women. *Psychological Medicine,* 30(6), 1399-410.

Litonjua, L.A., Andreana, S., Bush, P.J. ve Cohen, R.E. (2003). Tooth wear: attrition, erosion, and abrasion. *Quintessence International,* 34(6), 435-446.

Luo, Y., Zeng, X.J., Du, M.Q. ve Bedi, R. (2005). The prevalence of dental erosion in preschool children in China. *Journal of Dentistry,* 33(2), 115-21.

Lussi, A., Schaffner, M., Hotz, P. ve Suter, P. (1991). Dental erosion in a population of Swiss adults. *Community Dentistry And Oral Epidemiology*, 19(5), 286– 290.

Lussi, A., Jaeggi, T. ve Jaeggi-Schärer, S. (1995). Prediction of the erosive potential of some beverages. *Caries Research*, 29(5), 349-54.

Lussi, A., Portmann, P. ve Burhop, B. (1997). Erosion on abraded dental hard tissues by acid lozenges: an in situ study. *Clinical oral Investigations,* 1(4), 191-4.

Lussi, A. ve Schaffner, M. (2000). Progression of and risk factors for dental erosion and wedge-shaped defects over a 6-year period. *Caries Research,* 34(2), 182-7.

Lussi, A. ve 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. ve Zero, D. (2004). The role of diet in the aetiology of dental erosion. *Caries Research,* 38(1), 34-44.

Lussi, A. (2006). Erosive tooth wear a multifactorial condition of growing concern and increasing knowledge. *Monographs in oral science*, 20, 1–8.

Lussi, A. ve Jaeggi, T. (2006). Dental erosion in children. *Monographs in oral science*, 20, 140–151.

Lussi, A., Hellwig, E., Zero, D. ve Jaeggi, T. (2006). Erosive tooth wear: diagnosis, risk factors and prevention. *American Journal of Dentistry*, 19(6), 319-25.

Lussi, A., Schlueter, N., Rakhmatullina, E. ve Ganss, C. (2011). Dental erosion--an overview with emphasis on chemical and histopathological aspects. *Caries Research*, 45(1), 2-12.

Lussi, A., Megert, B., Shellis, R.P. ve Wang, X. (2012a). Analysis of the erosive effect of different dietary substances and medications. *The British Journal of Nutrition,* 107(2), 252-62.

Lussi, A., Salis-Marincek, M., Ganss, C., Hellwig, E., Cheaib, Z. ve Jaeggi, T. (2012b). Clinical study monitoring the pH on tooth surfaces in patients with and without erosion. *Caries Research,* 46(6), 507-12.

Lussi, A. ve Carvalho, T.S. (2014). Erosive tooth wear: a multifactorial condition of growing concern and increasing knowledge. *Monograpghs in Oral Science,* 25, 1-15.

Lussi, A. ve Hellwig, E. (2014). Risk assessment and causal preventive measures. *Monograpghs in Oral Science,* 25, 220-9.

Lussi, A., Lussi, J., Carvalho, T.S. ve Cvikl, B. (2014). Toothbrushing after an erosive attack: will waiting avoid tooth wear? *European Journal of Oral Sciences,* 122(5), 353-9.

Magalhães, A.C., Rios, D., Delbem, A.C., Buzalaf, M.A. ve Machado, M.A. (2007). Influence of fluoride dentifrice on brushing abrasion of eroded human enamel: an in situ/ex vivo study. *Caries Research*, 41(1), 77–9.

Magalhães, A.C., Moraes, S.M., Rios, D. ve Buzalaf, M.A. (2009). Effect of ion supplementation of a commercial soft drink on tooth enamel erosion. *Food Additives & Contaminants. Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment,* 26(2), 152-6.

Magalhães, A.C., Wiegand, A., Rios, D., Buzalaf, M.A. ve Lussi, A. (2011). Fluoride in dental erosion. *Monograpghs in Oral Science,* 22, 158-70.

Magalhães, A.C., Levy, F.M., Rizzante, F.A., Rios, D. ve Buzalaf, M.A. (2012). Effect of NaF and TiF(4) varnish and solution on bovine dentin erosion plus abrasion in vitro. *Acta Odontologica Scandinavica*, 70(2), 160-4.

Magalhães, A.C., Levy, F.M., Souza, B.M., Cardoso, C.A., Cassiano, L.P., Pessan, J.P. ve Buzalaf, M.A. (2014). Inhibition of tooth erosion by milk containing different fluoride concentrations: an in vitro study. *Journal of Dentistry*, 42(4), 498-502.

Maguire, A., Baqir, W. ve Nunn, J.H. (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. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 17(4), 231-8.

Mahoney, E., Beattie, J., Swain, M. ve Kilpatrick, N. (2003). Preliminary in vitro assessment of erosive potential using the ultra-micro-indentation system. *Caries Research*, 37(3), 218–224.

Manton, D.J., Cai, F., Yuan, Y., Walker, G.D., Cochrane, N.J., Reynolds, C., Brearley-Messer, L.J. ve Reynolds, E.C. (2010). Effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate added to acidic beverages on enamel erosion in vitro. *Australian Dental Journal,* 55(3), 275-9.

Maron, F.S. (1996). Enamel erosion resulting from hydrochloric acid tablets. *Journal of American Dental Association*, 127(6), 781-4.

Maupome, G., Dies-de-Bonilla, J., Torres-Villasenor, G., Andrade-Delgado, L.D.C. ve Castano, V.M. (1998). In vitro quantitative assessment of enamel microhardness after exposure to eroding immersion in a cola drink. *Caries Research*, 32(2), 148–53.

Mccracken, M. ve O'neal, S.J. (2000). Dental erosion and aspirin headache powders: a clinical report. *Journal of Prosthodontics,* 9(2), 95-8.

McLey, L., Boyd, R.L. ve Sarker, S. (1997). Clinical and laboratory evaluation of powered electric toothbrushes: laboratory determination of relative abrasion of three powered toothbrushes. *The Journal of Clinical Dentistry,* 8(3), 76-80.

Mei, H.C., Engels, E., De Vries, J., Dijkstra, R.J. ve Busscher, H.J. (2007). Chitosan adsorption to salivary pellicles. *Eurpean Journal of Oral Sciences,* 115(4), 303–307.

Mellberg, J.R. (1992). Hard-tissue substrates for evaluation of cariogenic and anti-cariogenic activity *in situ*. *Journal of Dental Research*, 71, 913- 919.

Meredith, N., Sherriff, M., Setchell, D.J. ve Swanson, S.A. (1996). Measurement of the microhardness and Young's modulus of human enamel and dentin using an indentation technique. *Archives of Oral Biology*, 41(6), 539–45.

Meurman, J.H. ve Murtomaa, H. (1986). Effect of effervescent vitamin C preparations on bovine teeth and on some clinical and salivary parameters in man. *Scandinavian Journal of Dental Research,* 94(6), 491-9.

Meurman, J.H. ve Frank, R.M. (1991a). Scanning electron microscopic study of the effect of salivary pellicle on enamel erosion. *Caries Research,* 25(1), 1-6.

Meurman, J.H. ve Frank, R.M. (1991b). Progression and surface ultrastructure of in vitro caused erosive lesions in human and bovine enamel. *Caries Research,* 25(2), 81–87.

Meurman, J.H., Toskala, J., Nuutinen, P. ve Klemetti, E. (1994). Oral and dental manifestations in gastroesophageal reflux disease. *Oral Surgery Oral Medicine and Oral Pathology,* 78(5), 583-9.

Meurman, J.H., Sorvari, R., Pelttari, A., Rytömaa, I., Franssila, S. ve Kroon, L. (1996). Hospital mouth-cleaning aids may cause dental erosion. *Special Care in Dentistry,* 16(6), 247-50.

Meyer-Lueckel, H. ve Kielbassa, A.M. (2002). Use of saliva substitutes in patients with xerostomia. *Schweiz Monatsschift für Zahnmedizn,* 112(10), 1037-58.

Meyer-Lueckel, H., Umland, N., Hopfenmuller, W. ve Kielbassa, A.M. (2004). Effect of mucin alone and incombination with various dentifrices on in vitro Remineralization. *Caries Research,* 38(5), 478-83.

Millward, A., Shaw, L., Harrington, E. ve Smith, A.J. (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.

Milosevic, A., Kelly, M.J. ve Mclean, A.N. (1997). Sports supplement

drinks and dental health in competitive swimmers and cyclists. *British Dental Journal,* 182(8), 303-308.

Moazzez, R. ve Bartlett, D. (2014). Intrinsic Causes of Erosion Erosive Tooth Wear. *Monographs in Oral Science*, 25, 180-96.

Moazzez, R.V., Austin, R.S., Rojas-Serrano, M., Carpenter, G., Cotroneo, E., Proctor, G, Zaidel, L. ve Bartlett, D. (2014). Comparison of the possible protective effect of the salivary pellicle of individuals with and without erosion. *Caries Research,* 48(1), 57-62.

Moretto, M.J., Magalha˜es, A.C., Sassaki, K.T., Delbem, A.C. ve Martinhon, C.C. (2010). Effect of different fluoride concentrations of experimental dentifrices on enamel erosion and abrasion. *Caries Research*, 44(2), 135–40.

Moss, S.J. (1998). Dental erosion. *International Dental Journal,* 48(6), 529-39.

Neves, B.G., Farah, A., Lucas, E., De Sousa, V.P. ve Maia, L.C. (2010). Are paediatric medicines risk factors for dental caries and dental erosion? *Community Dental Health*, 27(1), 46-51.

Nunn, J.H., Ng, S.K., Sharkey, I. ve Coulthard, M. (2001) The dental implications of chronic use of acidic medicines in medically compromised children. *Pharmacy World and Science,* 23(3), 118-9.

Nunn, J.H., Gordon, P.H., Morris, A.J., Pine, C.M. ve Walker, A. (2003). Dental erosion – changing prevalence? A review of British National childrens' surveys. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 13(2), 98–105.

O'sullivan, E. ve Curzon, M.E. (2000). A comparison of acidic dietary factors in children with and without dental erosion. *ASDC Journal of Dentistry for Children,* 67(3), 186-92, 160.

Oesterle, L.J., Shellhart, W.C. ve Belanger, G.K. (1998). The use of bovine enamel in bonding studies. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 114(5), 514–19.

Öcal, D. ve Özer, L. (2014). 11 ve 15 yaş aralığındaki çocuklarda dental erozyon prevalansının ve etiyolojik faktörlerin belirlenmesi. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi. Ankara.

Pace, F., Pallotta, S., Tonini, M., Vakil, N. ve Bianchi, P.G. (2008). Systematic review: gastro-oesophageal reflux disease and dental lesions. *Alimentary Pharmacology & Ther*apeutics, 27(12), 1179-86.

Packer, C.D. (2009). Cola-induced hypokalaemia: a super-sized problem. *International Journal of Clinical Practice,* 63(6), 833–835.

Paraskevas, S. ve Van Der Weijden, G.A. (2006). A review of the effects of stannous fluoride on gingivitis. *Journal of Clinical Periodontology*, 33(1), 1–13.

Park, S.H., Krejci, I. ve Lutz, F. (2002). Microhardness of resin composites polymerized by plasma arc or conventional visible light curing. *Opertive Dentistry*, 27(1), 30–37.

Parry, J., Harrington, E., Rees, G.D., Mcnab, R. ve Smith, A.J. (2008). Control of brushing variables for the in vitro assessment of toothpaste abrasivity using a novel laboratory model. *Journal of Dentistry,* 36(2), 117-24.

Passon, J.C. ve Jones, G.K. (1986). Atypical dental erosion: a case report. *Gerodontics,* 2(3), 77-9.

Petersen, P.E. ve Gormsen, C. (1991). Oral conditions among German battery factory workers. *Community Dentistry and Oral Epidemiology,* 19(2), 104-6.

Petersson, GH ve Bratthall, D. (1996). The caries decline: a review of reviews. *European Journal of Oral Sciences*, 104(4), 436–443.

Pettersson, T. ve Dedinaite, A. (2008). Normal and friction forces between mucin and mucin-chitosan layers in absence and pres- ence of SDS. *Journal of Colloid and Interface Science,* 324(1-2), 246–256.

Peutzfeldt, A., Jaeggi, T. ve Lussi, A. (2014). Restorative therapy of erosive lesions. *Monograpghs in Oral Science*, 25, 253-61.

Phelan, J. ve Rees, J. (2003). The erosive potential of some herbal teas. *Journal of Dentistry,* 31(4), 241–6.

Philpotts, C.J., Weader, E. ve Joiner, A. (2005). The measurement in vitro of enamel and dentine wear by toothpastes of different abrasivity. *International Dental Journal*, 55(3), 183-7.

Pickles, M.J., Joiner, A., Weader, E., Cooper, Y.L. ve Cox, T.F. (2005). Abrasion of human enamel and dentine caused by toothpastes of differing abrasivity determined using an in situ wear model. *International Dental Journal*, 55(3), 188-93.

Poggio, C., Lombardini, M., Dagna, A., Chiesa, M. ve Bianchi, S. (2009). Protective effect on enamel demineralization of a CPP-ACP paste: an AFM in vitro study. *Journal of Dentistry,* 37(12), 949-54.

Poggio, C., Ceci, M., Beltrami, R., Lombardini, M. ve Colombo, M. (2014). Atomic force microscopy study of enamel remineralization. *Annali Stomatologia,* 5(3), 98-102.

Pontefract, H., Hughes, J., Kemp, K., Yates, R., Newcombe, R.G. ve Addy, M. (2001). The erosive effects of some mouthrinses on enamel. A study in situ. *Journal of Clinical Periodontology,* 28(4), 319-24.

Poskus, L.T., Pla´cido, E. ve Cardoso, P.E. (2004). Influence of

placement techniques and Knoop and Vickers hardness of class II composite resin restorations. *Dental Materials,* 20(8), 726– 732.

Pretty, I.A., Edgar, W.M. ve Higham, S. (2003). The erosive potential of commercially available mouthrinses on enamel as measured by Quantitative Light-induced Fluorescence (QLF*). Journal of Dentistry,* 31(5), 313-9.

Price, R.B.T., Felix, C.A. ve Andreou, P. (2004). Effects of resin composite composition and irradiation distance on the performance of curing lights. *Biomaterials*, 25(18), 4465–4477.

Rakhmatullina, E., Beyeler, B. ve Lussi, A. (2013). Inhibition of enamel erosion by stannous and fluoride containing rinsing solutions. *Schweizer Monatsschruift für Zahnmedizin*, 123(4), 192–8.

Ramalingam, L., Messer, L.B. ve Reynolds, E.C. (2005). Adding casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate to sports drinks to eliminate in vitro erosion. *Pediatric Dentistry,* 27(1), 61-7.

Ravi, K.M., Muzzarelli, R.A., Muzzarelli, C., Sashiwa, H. ve Domb, A.J. (2004). Chitosan chemistry and pharmaceutical perspectives. *Chemical Reviews*, 104(12), 6017– 6084.

Rees, J.S. ve Davis, F.J. (2000). An in vitro assessment of the erosive potential of some designer drinks. *European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry,* 8(4), 149-52.

Rees, J., Hughes, J. ve Innes, C. (2002). An in vitro assessment of the erosive potential of some white wines. *European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry,* 10(1), 37-42.

Rees, J.S. ve Griffiths, J. (2002). An in vitro assessment of the erosive potential of conventional and white ciders. *European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry,* 10(4), 167-71.

Reynolds, E.C. (1997). Remineralization of enamel subsurface lesions by casein phosphopeptide-stabilized calcium phosphate solutions. *Journal of Dental Research,* 76(9), 1587–1595.

Reynolds, E.C. (1998). Anticariogenic complexes of amorphous calcium phosphate stabilized by casein phosphopeptides: a review. *Special Care Dentistry,* 18(1), 8–16.

Rios, D., Honorio, H.M., Magalhaes, A.C., Delbem, A.C., Machado, M.A., Silva, S.M. ve ark. (2006). Effect of salivary stimulation on erosion of human and bovine enamel subjected or not to subsequent abrasion: an in situ/ex vivo study. *Caries Research,* 40(3), 218–23.

Rios, D., Magalha˜es, A., Polo, R., Wiegand, A., Attin, T. ve Buzalaf, M. (2008). The efficacy of a highly concentrated fluoride dentifrice on bovine enamel subjected to erosion and abrasion. *Journal of the American Dental Association*, 139(12), 1652–6.

Robb, N.D. ve Smith, B.G. (1990). Prevalence of pathological tooth wear in patients with chronic alcoholism. *British Dental Journal*, 169(11), 367-369.

Rogalla, K., Finger, W. ve Hannig, M. (1992). Influence of buffered and unbuffered acetylsalicylic acid on dental enamel and dentine in human teeth: an in vitro pilot study. *Methods and Findings in Experimental Clinal Pharmacology,* 14(5), 339-46.

Rytömaa, I., Meurman, J.H., Franssila, S. ve Torkko, H. (1989). Oral hygiene products may cause dental erosion. *Proc Finn Dent Soc*.;85(3):161-6. In Hellwig, E., Lussi, A. (2014). Oral hygiene products, medications and drugs - hidden aetiological factors for dental erosion. *Monographs in oral science*, 25, 155-62.

Samarawickrama, D.Y. (2002). Saliva substitutes: how effective and safe are they? *Oral Diseases,* 8(4), 177-9.

Sangnes, G. (1976). Traumatization of teeth and gingiva related to habitual tooth cleaning procedures. *Journal of Clinical Periodontology,* 3(2) 94-103. In Manchala, S.R., Vandana, K.L., Mandalapu, N.B., Mannem, S. ve Dwarakanath, CD. (2012). Epidemiology of gingival recession and risk indicators in dental hospital population of Bhimavaram. *Journal of International Society of Preventive Community Dentistry,* 2(2), 69-74.

Sano, H., Shibasaki, K., Matsukubo, T. ve Takaesu, Y. (2003). Effect of chitosan rinsing on reduction of dental plaque formation. The *Bulletin of Tokyo Dental College*, 44(1), 9–16.

Schemehorn, B.R., Orban, J.C., Wood, G.D. ve Fischer, G.M. (1999). Remineralization by fluoride enhanced with calcium and phosphate ingredients. *Journal of Clinical Dentistry,* 10(1), 13–6.

Schemehorn, B.R., DiMarino, J.C. ve Movahed, N. (2014a). Comparison of the Enamel Solubility Reduction from Various Prescription and OTC Fluoride Toothpastes and Gels. *Journal of Clinical Dentistry*, 25(3), 61-64.

Schemehorn, B.R., DiMarino, J.C. ve Movahed, N. (2014b) Comparison of the Incipient Lesion Enamel Fluoride Uptake from Various Prescription and OTC Fluoride Toothpastes and Gels. *Journal of Clinical Dentistry,* 25(3), 57–60.

Scheutzel, P. (1996). Etiology of dental erosion--intrinsic factors. *Eurpean Journal of Oral Sciences,* 104(2), 178-190.

Schlueter, N., Ganss, C., De Sanctis, S. ve Klimek, J. (2005). Evaluation of a profilometrical method for monitoring erosive tooth wear. *Eurpean Journal of Oral Sciences,* 113(6), 505–11.

Schlueter, N., Duran, A., Klimek, J. ve Ganss, C. (2009). Investigation of the effect of various fluoride compounds and preparations thereof on erosive tissue loss in enamel in vitro. *Caries Research, 43*(1), *10-6.*

Schlueter, N., Klimek, J. ve Ganss, C. (2011). Efficacy of tin-containing solutions on erosive mineral loss in enamel and dentine in situ. *Clinical Oral Investigations,* 15(3), 361-7.

Schlueter, N., Klimek, J. ve Ganss, C. (2013). Randomised in situ study on the efficacy of a tin/chitosan toothpaste on erosive-abrasive enamel loss. *Caries Research,* 47(6), 574-81.

Schlueter, N., Klimek, J. ve Ganss, C. (2014). Effect of a chitosan additive to a Sn(2+)-containing toothpaste on its anti-erosive/anti- abrasive efficacy-a controlled randomised in situ trial. *Clinical Oral Investigations*, 18(1), 107–15.

Schlueter, N. ve Tveit, A.B. (2014). Prevalence of erosive tooth wear in risk groups. *Monographs in oral science*, 25, 74-98.

Shellis, R.P., Finke, M., Eisenburger, M., Parker, D.M. ve Addy, M. (2005). Relationship between enamel erosion and liquid flow rate. *Eurpean Journal of Oral Sciences,* 113(3), 232-8.

Shellis, R.P., Ganss, C., Ren, Y., Zero, D.T. ve Lussi, A. (2011). Methodology and models in erosion research: discussion and conclusions. *Caries Research*, 45(1), 69–77.

Shellis, R.P., Barbour, M.E., Jesani, A. ve Lussi, A. (2013). Effects of buffering properties and undissociated acid concentration on dissolution of dental enamel in relation to pH and acid type. *Caries Research,* 47(6), 601-11.

Shellis, R.P. ve Addy, M. (2014). The interactions between attrition abrasion and erosion in Tooth Wear. *Monographs in oral science*, 25, 32-45.

Shen, P., Cai, F., Nowicki, A., Vincent, J. ve Reynolds, E.C. (2001). Remineralization of enamel subsurface lesions by sugar-free chewing gum

containing casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *Journal of Dental Research,* 80(12), 2066–2070.

Silness, J., Hegdahl, T. ve Gustavsen, F. (1973). Area of the organic-inorganic interface of dental enamel. Acta Odontologica Scandinavica, 31, 123–129. In Devlin, H., Bassiouny, A. ve Boston, D. (2006). Hardness of enamel exposed to Coca-Cola and artificial saliva. *Journal of Oral Rehabilitation,* 33(1), 26–30.

Siqueira, W.L., Custodio, W. ve Mcdonald, E.E. (2012). New insights into the composition and functions of the acquired enamel pellicle. *Journal of Dental Research,* 91(12), 1110-8.

Skaleri, U., Ravnik, C., Cevc, P. ve Schara, M. (1982). Microcrystal arrangement in human deciduous dental enamel studied by electron paramagnetic resonance. *Caries Research*, 16(1), 47–50. In Devlin, H., Bassiouny, A. ve Boston, D. (2006). Hardness of enamel exposed to Coca-Cola and artificial saliva. *Journal of Oral Rehabilitation*, 33(1), 26–30.

Slomiany, B.L., Murty, V.L.N., Zdebska, E., Slomiany, A., Gwozdzinski, K. ve Mandel, I.D. (1986). Tooth surface pellicle lipids and their role in the protection of dental enamel against lactic-acid diffusion in man. *Archives of Oral Biology,* 31(3), 187–191.

Smith, B.G. ve Robb, N.D. (1989). Dental erosion in patients with chronic alcoholism. *Journal of Dentistry,* 17(5), 219-21.

Sorensen, J.A. ve Nguyen, H.K. (2002). Evaluation of toothbrush-induced dentin substrate wear using an in vitro ridged-configuration model. *American Journal of Dentistry,* 15(6), 416.

Souza, B.M.,. Lima, L.L.M, Comar, L.P., Buzalaf, M.A.R. ve Magalha˜es, A.C. (2014). Effect of experimental mouthrinses containing the combination of NaF and TiF_4 on enamel erosive wear in vitro. *Archives of Oral Biology,* 59(6), 621–624.

Srinivasan, N., Kavitha, M. ve Loganathan, S.C. (2010). Comparison of the remineralization potential of CPP-ACP and CPP-ACP with 900 ppm fluoride on eroded human enamel: An in situ study. *Archives of Oral Biology,* 55(7), 541-4.

Stenhagen, K., Hove, L., Holme, B., Taxt-Lamolle, S. ve Tveit, A. (2010). Comparing different methods to assess erosive lesion depths and progression in vitro. *Caries Research,* 44(6), 555–561.

Stenhagen, K.R., Hove, L.H., Holme, B. ve Tveit, A.B. (2013). The effect of daily fluoride mouth rinsing on enamel erosive/abrasive wear in situ. *Caries Research,* 47(1), 2–8.

Stephen, K.W., Mccrossan, J., Mackenzie, D., Macfarlane, C.B. ve Speirs, C.F. (1980). Factors determining the passage of drugs from blood into saliva. *British Journal of Clinical Pharmacology,* 9(1), 51-5.

Sundaram, G., Wilson, R., Watson, T.F. ve Bartlett, D. (2007). Clinical measurement of palatal tooth wear following coating by a resin sealing system. *Operative Dentistry,* 32(6), 539-43.

Svensson, O., Lindh, L., Cárdenas, M. ve Arnebrant, T. (2006). Layer-by-layer assembly of mucin and chitosan--Influence of surface properties, concentration and type of mucin. *Journal of Colloid and Interface Science*, 299(2), 608-16.

Tantbirojn, D., Huang, A., Ericson, M.D. ve Poolthong, S. (2008). Change in surface hardness of enamel by a cola drink and a CPP-ACP paste. *Journal of Dentistry,* 36(1), 74-9.

Tarsi, R., Muzzarelli, R.A., Guzman, C.A., Pruzzo, C. (1997) Inhibition of *Streptococcus mutans* adsorption to hydroxyapatite by low-molecular-weight chitosans. *Journal of Dental Res*earch, 76(2), 665–672.

Tay, F.R. ve Pashley, D.H. (2004). Resin bonding to cervical sclerotic dentin: a review. *Journal of Dentistry,* 32(3), 173-96.

Ten Cate, J.M. ve Imfeld, T. (1996). Dental erosion, summary. *Eurpean Journal of Oral Sciences,* 104(2), 241–244.

Tenovuo, J. (1997). Salivary parameters of relevance for assessing caries activity in individuals and populations. *Community Dent Oral Epidemiology,* 25(1), 82-6.

Tinanoff, N. (1995). Progress regarding the use of stannous fluoride in clinical dentistry. *Journal of Clinical Dentistry,* 6, 37–40.

Tuominen, M., Tuominen, R., Ranta, K. ve Ranta, H. (1989). Association between acid fumes in the work environment and dental erosion. *Scandinavian Journal of work, environment and Health,* 15(5), 335-8.

Tuominen, M.L., Tuominen, R.J, Fubusa, F. ve Mgalula, N. (1991). Tooth surface loss and exposure to organic and inorganic acid fumes in workplace air. *Community Dentistry and Oral Epidemiology,* 19(4), 217-20.

Vakil, N., van Zanten, S.V., Kahrilas, P., Dent, J. ve Jones, R. (2006). The Montreal definition and classification of gastroesophageal reflux disease: a global evidence-based consensus. *The American Journal of Gastroenterology,* 101(8), 1900-20.

van der Mei, H.C., Engels, E., de Vries, J., Dijkstra, R.J. ve Busscher, H.J. (2007). Chitosan adsorption to salivary pellicles *Eurpean Journal of Oral Sciences,* 115(4), 303-7.

Veerman, E.C., Valentijn-Benz, M., van't Hof, W., Nazmi, K., van Marle, J. ve Amerongen, A.V. (2010). Phytosphingosine kills Candida albicans by disrupting its cell membrane. *Biological Chemistry,* 391(1), 65-71.

Venables, M.C., Shaw, L., Jeukendrup, A.E., Roedig-Penman, A., Finke, M., Newcombe, R.G., Parry, J. ve Smith, A.J. (2005). Erosive effect of a new sports drink on dental enamel during exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(1), 39-44.

Verkaik, M.J., Busscher, H.J., Jager, D., Slomp, A.M., Abbas, F. ve Mei, H.C. (2011). Efficacy of natural antimicrobials in toothpaste formulations against oral biofilms in vitro. *Journal of Dentistry*, 39(3), 218–224.

Vieira, A.E., Delbem, A.C., Sassaki, K.T., Rodrigues, E., Cury, J.A. ve Cunha, R.F. (2005). Fluoride dose response in pH-cycling models using bovine enamel. *Caries Research,* 39(6), 514-20.

Voronets, J., Jaeggi, T., Buergin, W. ve Lussi, A. (2008). Controlled toothbrush abrasion of softened human enamel. *Caries Research,* 42(4), 286-90.

Wagoner, S.N., Marshall, T.A., Qian, F. ve Wefel, J.S. (2009). In vitro enamel erosion associated with commercially available original-flavor and sour versions of candies. *Journal of the American Dental Association,* 140(7), 906-13.

Walsh, T., Worthington, H.V., Glenny, A.M., Appelbe, P., Marinho, V.C. ve Shi, X. (2010). Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries in children and adolescents. *The Cochrane database of Systematic Reviews,* 20(1), CD007868.

Wan Bakar, W. ve McIntyre, J. (2008). Susceptibility of selected tooth-coloured dental materials to damage by common erosive acids. *Australian Dental Journal*, 53(3), 226–234.

Wegehaupt, F.J. ve Attin, T. (2010). The role of fluoride and casein phosphopeptide/amorphous calcium phosphate in the prevention of

erosive/abrasive wear in an in vitro model using hydrochloric acid. *Caries Research,* 44(4), 358-63.

Wegehaupt, F., Günthart, N., Sener, B. ve Attin, T. (2011). Prevention of erosive/abrasive enamel wear due to orange juice modified with dietary supplements. *Oral Diseases,* 17(5), 508-14.

Wegehaupt, F.J., Tauböck, T.T., Stillhard, A., Schmidlin, P.R. ve Attin, T. (2012) Influence of extra- and intra-oral application of CPP-ACP and fluoride on re-hardening of eroded enamel. *Acta Odontologica Scandinavica*, 70(3), 177-83.

Wegehaupt, F.J., Tauböck, T.T. ve Attin, T. (2013). Durability of the anti-erosive effect of surfaces sealants under erosive abrasive conditions. *Acta Odontologica Scandinavica,* 71(5), 1188-94.

West, N.X., Maxwell, A., Hughes, J.A., Parker, D.M., Newcombe, R.G. ve Addy, M. (1998). A method to measure clinical erosion: the effect of orange juice consumption on erosion of enamel. *Journal of Dentistry*, 26(4), 329-35.

West, N.X., Hughes, J.A., Parker, D.M., Newcombe, R.G. ve Addy, M. (1999). Development and evaluation of a low erosive blackcurrant juice drink. 2. Comparison with a conventional blackcurrant juice drink and orange juice. *Journal of Dentistry,* 27(5), 341-4.

West, N.X., Hooper, S.M., O'sullivan, D., Hughes, N., North, M., Macdonald, E.L., Davies, M. ve Claydon, N.C. (2012). In situ randomised trial investigating abrasive effects of two desensitising toothpastes on dentine with acidic challenge prior to brushing. *Journal of Dentistry*, 40(1), 77-85.

West, N., Seong, J., Macdonald, E., He, T., Barker, M. ve Hooper, S. (2015). A randomised clinical study to measure the anti-erosion benefits of a stannous-containing sodium fluoride dentifrice. *Journal of Indian Society of*

Periodontology, 19(2), 182-7.

Wetton, S., Hughes, J., Newcombe, R.G. ve Addy, M. (2007). The effect of saliva derived from different individuals on the erosion of enamel and dentine. A study in vitro. *Caries Research,* 41(5), 423-6.

White, D.J. (1995). A return to stannous fluoride dentifrices. *Journal of Clinical Dentistry,* 6, 29–36.

Wiegand, A., Wolmershäuser, S., Hellwig, E. ve Attin, T. (2004). Influence of buffering effects of dentifrices and fluoride gels on abrasion on eroded dentine. *Archives of Oral Biology,* 49(4), 259-65.

Wiegand, A., Köwing, L. ve Attin, T. (2007a). Impact of brushing force on abrasion of acid-softened and sound enamel. *Archives of Oral Biology* 52(11), 1043-7.

Wiegand, A., Wegehaupt, F., Werner, C. ve Attin, T. (2007b). Susceptibility of acid-softened enamel to mechanical wear--ultrasonication versus toothbrushing abrasion. *Caries Research,* 41(1), 56-60.

Wiegand, A., Gutsche, M. ve Attin, T. (2007c). Effect of olive oil and an olive-oil-containing fluoridated mouthrinse on enamel and dentin erosion in vitro. *Acta Odontologica Scandinavica*, 65(6), 357-61.

Wiegand, A., Schwerzmann, M., Sener, B., Magalhaes, A.C., Roos, M., Ziebolz, D., Imfeld, T. ve Attin, T. (2008a). Impact of toothpaste slurry abrasivity and toothbrush filament stiffness on abrasion of eroded enamel - an in vitro study. *Acta Odontologica Scandinavica*, 66(4), 231-5.

Wiegand, A., Muller, I., Schnapp, J.D., Werner, C. ve Attin, T. (2008b). Impact of fluoride, milk and water rinsing on surface rehardening of acid softened enamel. An in situ study. *American Journal of Dentistry,* 21(2), 113–

18.

Wiegand, A., Laabs, K.A., Gressmann, G., Roos, M., Magalhaes, A.C. ve Attin, T. (2008c). Protection of short-time enamel erosion by different tetrafluoride compounds. *Archives of Oral Biology,* 53(6), 497–502.

Wiegand, A., Kuhn, M., Sener, B., Roos, M. ve Attin, T. (2009). Abrasion of eroded dentin caused by toothpaste slurries of different abrasivity and toothbrushes of different filament diameter. *Journal of Dentistry,* 37(6), 480-4.

Wiegand, A., Magalhaes, A.C. ve Attin, T. (2010). Is titanium tetrafluoride (TiF4) effective to prevent carious and erosive lesions? A review of the literature. *Oral Health and Preventive Dentistry,* 8(2), 159–164.

Wiegand, A. ve Attin, T. (2011). Design of erosion/abrasion studies – insights and rational concepts. *Caries Research,* 45(1), 53–59.

Wiegand, A., Burkhard, J.P., Eggmann, F. ve Attin, T. (2013). Brushing force of manual and sonic toothbrushes affects dental hard tissue abrasion. *Clinical Oral Investigation*, 17(3), 815-22.

Wiegand, A. ve Schlueter, N. (2014). The role of oral hygiene: does toothbrushing harm? *Monographs in oral science*, 25, 215-9.

Wiegand, A., Schneider, S., Sener, B., Roos, M. ve Attin, T. (2014). Stability against brushing abrasion and the erosion-protective effect of different fluoride compounds. *Caries Research,* 48(2), 154-62.

Wiktorsson, A.M., Zimmerman, M. ve Angmar-Månsson, B. (1997). Erosive tooth wear: prevalence and severity in Swedish winetasters. *Eurpean Journal of Oral Sciences,* 105(6), 544-50.

Willumsen, T.B., Hansen, B.F. ve Rolla, G. (2004). Effects from pretreatment of stannous fluoride versus sodium fluoride on enamel exposed

to 0.1 M or 0.01 M hydrochloric acid. *Acta Odontologica Scandinavica*, 62(5), 278–281.

Wongkhantee, S., Patanapiradej, V., Maneenut, C. ve Tantbirojn, D. (2006). Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentin, and tooth-coloured filing materials. *Journal of Dentistry,* 34(3), 214–20.

World Health Organisation (WHO) (2010). ICD-10 Online Version. International statistical Classification of Diseases and Releated Health Problems. 10 Mayıs 2015, http://www.who.int/classifications/icd/en/.

Wright, K.H.R. (1969). The abrasive wear resistance of human dental tissues. Volume 14, Issue 4, October sf:63–284. In Shellis, R.P. ve Addy, M. (2014). The interactions between attrition abrasion and erosion in Tooth Wear. *Monograpghs in Oral Science,* 25, 32-45.

Xhonga, F.A. (1977). Bruxism and its effect on the teeth. *J Oral Rehabil*. Jan;4(1):65-76. In Shellis, R.P. ve Addy, M. (2014). The interactions between attrition abrasion and erosion in Tooth Wear. *Monographs in oral science*, 25, 32-45.

Xiaojie, W. ve Lussi, A. (2012). Functional foods/ingredients on dental erosion. *European Journal of Nutrition,* 51(2), 39–48.

Xu, C., Lei, C., Meng, L., Wang, C. ve Song, Y. (2012). Chitosan as a barrier membrane material in periodontal tissue regeneration. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials,* 100(5), 1435–1443. In Ganss, C., Schulze, K. ve Schlueter, N. (2013). Toothpaste and erosion. *Monographs in oral science*, 23, 88-99.

Yeh, C.K., Johnson, D.A., Dodds, M.W., Sakai, S., Rugh, J.D. ve Hatch, J.P. (2000). Association of salivary flow rates with maximal bite force. Journal of Dental Research, 79(8), 1560-5.

Yönel, N., Bikker, F.J., Lagerweij, M.D., Kleverlaan, C.J.,van Loveren, C., Özen, B., Çetiner, S., van Strijp, A.J.P. (2016). Anti-erosive Effects of Fluoride and Phytosphingosine. An in vitro study. Revista de Cercetare si Interventie Sociala. (In press).

Yip, K.H., Smales, R.J. ve Kaidonis, J.A. (2003). The diagnosis and control of extrinsic acid erosion of tooth substance. *General Dentistry,* 51(4), 350-3.

Young, A., Smistad, G., Karlsen, J., Ro¨lla, G. ve Rykke, M. (1997). Zeta potentials of human enamel and hydroxyapatite as measured by the Coulter DELSA 440. *Advances in Dental Research,* 11(4), 560–5.

Young, W.G. ve Khan, F. (2002). Sites of dental erosion are saliva-dependent. *Journal of Oral Rehabilitation,* 29(1), 35-43.

Young, A., Thrane, P.S., Saxegaard, E., Jonski, G. ve Rölla, G. (2006). Effect of stannous fluoride toothpaste on erosion-like lesions: an in vivo study. *Eurpean Journal of Oral Sciences,* 114(3), 180-3.

Young, A. ve Tenuta, L.M.A. (2011). Initial erosion models. *Caries Research,* 45(1), 33–42.

Yu, H., Wegehaupt, F.J., Zaruba, M., Becker, K., Roos, M., Attin, T. ve Wiegand, A. (2010). Erosion-inhibiting potential of a stannous chloride-containing fluoride solution under acid flow conditions in vitro. *Archives of Oral Biology,* 55(9), 702-5.

Zero, D.T., Fu, J., Anne, K.M., Cassata, S., McCormack, S.M. ve Gwinner, L.M. (1992). An improved intra-oral enamel demineralization test model for the study of dental caries. *Journal of Dental Research,* 71, 871-8.

Zero, D.T., Fu, J., Scott-Anne, K. ve Proskin, H. (1994). Evaluation of fluoride dentifrices using a short-term intra-oral remineralization model [abstract]. *Journal of Dental Research,* 73, 272. In Zero, D.T. (1996).

Etiology of dental erosion--extrinsic factors. *Eurpean Journal of Oral Sciences,* 104(2), 162-77.

Zero, D.T. ve Lussi, A. (2000). Etiology of enamel erosion- intrinsic and extrinsic factors: in Tooth wear and Sensitivity. London, Martin Dunitz, 121-139.

Zero, D.T. ve Lussi, A. (2005). Erosion – chemical and biological factors of importance to the dental practitioner. *The International Dental Journal,* 55(4), 285–290.

Zero, D.T. ve Lussi, A. (2006). Extrinsic causes of erosion. *Monograpghs in Oral Science,* 20, 100–106.

Zimmerli, B., De Munck, J., Lussi, A., Lambrechts, P. ve Van Meerbeek, B. (2012). Long-term bonding to eroded dentin requires superficial bur preparation. *Clinical Oral Investigations,* 16(5), 1451-61.

YAYINLAR

1. Uluslararası hakemli derglerdeki (SSCI/SCI/SCI-expanded ve Google Scholar) yayınlar

Yönel N., Bikker F.J., Lagerweij M.D., Kleverlaan C.J.,van Loveren C., Özen B., Çetiner S., van Strijp A.J.P. (2016). Anti-erosive Effects of Fluoride and Phytosphingosine. An in vitro study. European Journal of Oral Sciences. (Article in press).

Yönel N., Lagerweij M.D., Kleverlaan C.J.,van Loveren C., Özen B., Çetiner S., van Strijp A.J.P. (2016). Effects of Anti-erosion Fluoride Products on Enamel Erosion. Revista de Cercetare si Interventie Sociala (Article in press).

Ozen B., **Yönel N.**, Çetiner S. (2015). Dental Erosion. Turkiye Klinikleri J Pediatr Dent. Special Topics 2015;1(1):95-9.

Yönel N., Lagerweij M.D., Kleverlaan C.J., van Loveren C., Özen B., Çetiner S., van Strijp A.J.P. (2015). Effects of Conventional and Anti-Erosion Fluoride Products on Enamel Erosion [Poster]. The 62nd Congress of the European Organization for Caries Research Brussels, Belgium.

2. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında basılan bildiriler

Yönel N., Öge Ö.A., Çetiner S. (2015). Dental erosion prevalance in 5-year-old children in Nicosia, North Cyprus [Poster]. 20th EADPH meeting, İstanbul. Community Dental Health Journal.

Yönel N., Lagerweij M.D., Kleverlaan C.J., van Loveren C., Özen B., Çetiner S., van Strijp A.J.P. (2015). Effects of Conventional and Anti-Erosion Fluoride Products on Enamel Erosion [Poster]. The 62nd Congress of the European Organization for Caries Research Brussels, Belgium.

Yönel N., Ozkan, L., Korun, S., Cetiner, S. ve Orhan, K. (2013). Root Canal Configuration Of Maxillary Molars In A Turkish Population. [Poster]. 101st World Dental Federation, İstanbul, Turkey.

3. Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında basılan bildiriler

Yönel N., van Strijp A.J.P., Lagerweij M.D., Ozen B., Cetiner S., (2015). Dental erosion prevalence in 12-year-old children in North Cyprus. 22th Congress of Turkish Society of Pedodontics, Nicosia, Cyprus.

Ozkan, L., **Yönel N.**, Cetiner, S., Güvenir, M., Suer, H.K. (2012). Effect of Er,Cr:YSGG laser irradiation with radial firing tips on Candida albicans in experimentally infected root canals. [Poster]. 19th Congress of Turkish Peadiatric Dentistry Association, Antalya, Turkey.

Yönel N., Ozkan, L., Korun, S. ve Cetiner, S. (2012). A Survey of Oral Health in 5 years old children living in Northern Cyprus [Poster]. 19th Congress of Turkish Peadiatric Dentistry Association, Antalya, Turkey.