

**T.C.
GENELKURMAY BAŞKANLIĞI
GÜLHANE ASKERİ TIP AKADEMİSİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ / DİŞHEKİMLİĞİ BİLİMLERİ MERKEZİ
ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI
BAŞKANLIĞI**

**FARKLI İÇERİKLİ DİŞ MACUNLARININ MİNE SERTLİĞİ VE
YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNVİTRO
OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Eda ARAT MADEN
Hv. DİŞ Tbp. Kd. Ütğm.

DOKTORA TEZİ

**Ankara
2013**

T.C.
GENELKURMAY BAŞKANLIĞI
GÜLHANE ASKERİ TIP AKADEMİSİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ / DİŞHEKİMLİĞİ BİLİMLERİ MERKEZİ
ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI
BAŞKANLIĞI

FARKLI İÇERİKLİ DİŞ MACUNLARININ MİNE SERTLİĞİ VE
YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İN VİTRO
OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Eda ARAT MADEN
Hv. DİŞ Tbp.Kd. Ütğm.

Gülhane Askeri Tıp Akademisi
Sağlık Bilimleri EnstitüsüMüdürlüğü'nün
Çocuk DİŞ Hekimliği Doktora Programı
İçin Öngördüğü
DOKTORA TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

TEZ DANIŞMANI
Ceyhan ALTUN
Doç. Hv. DİŞ Tbp. Alb.

Ankara
2013

GATA Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne:

“Farklı içerikli diş macunlarının mine sertliği ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerinin in vitro olarak değerlendirilmesi” konulu bu çalışma jürimiz tarafından Çocuk Dişhekimliği Anabilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı : Doç. Hv. Diş Tbp. Alb. Ceyhan ALTUN, GATA

Üye : Prof. Dz. Diş Tbp. Kd. Alb. Feridun BAŞAK, GATA

Üye : Prof. Dr. Numan ÖZALP, Ankara Üniversitesi

Üye : Prof. Diş Tbp. Kd. Alb. Tuncer ÖZEN, GATA

Üye : Doç. Diş Tbp. Yb. Günseli GÜVEN POLAT, GATA

ONAY: Hv. Diş Tbp. Kd. Ütgm. Eda ARAT MADEN’in 20.06.2013 tarihinde savunduğu bu tez Akademi Kurulu’nca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve kabul edilmiştir.



Ufuk DEMIRKILIÇ

Prof. Tbp. Tuğgeneral

GATA Sağ. Bil. Enst. Md.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması, Gülhane Askeri Tıp Akademisi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kurulu'nun 07.12.2011gün ve 202 sayılı kararı gereği GATA Diş Hekimliği Bilimleri Merkezi Çocuk Dişhekimliği Anabilim Dalı Başkanlığı'nda yapılmıştır.

Bu çalışmada farklı içerikli diş macunlarının (Florürlü, Xylitolü, Probiyotikli ve Beyazlatıcı) diş macunlarının daimi diş minesinin yüzey pürüzlülüğü ve sertliği üzerindeki etkilerinin incelenmesi hedeflenmiştir.

Tez çalışmam ve doktora eğitimim süresince, yardımını ve desteğini benden esirgemeyen Merkez Başkanım Sayın Prof. Diş Tbp. Kd. Alb. A. Osman BENĞİ ve Çocuk Dişhekimliği Anabilim Dalı Başkanım Sayın Prof. Dz. Diş Tbp. Kd. Alb. Feridun BAŞAK'a, tez çalışmamın tüm aşamalarında yardımlarını, desteğini ve değerli bilgilerini esirgemeyen danışmanım, Sayın Doç. Hv. Diş Tbp. Alb. Ceyhan ALTUN'a, destek ve katkılarından dolayı Sayın Doç. Diş Tbp. Yb. Günseli GÜVEN POLAT'a, tez çalışmamın istatistiksel olarak değerlendirilmesinde emeği olan Prof. Hv. Tbp. Kd. Alb. Selim KILIÇ ve tüm GATA Çocuk Dişhekimliği Anabilim Dalı çalışanlarına teşekkür ederim. Gösterdiği sabır, sevgi, anlayış ve desteği için eşim Tbp. Yzb. Özgür MADEN'e, biricik oğlumuz Arda'ya ve tüm aileme minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Dt. Eda ARAT MADEN

ÖZET

ARAT MADEN E., Farklı içerikli diş macunlarının mine sertliği ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerinin in vitro olarak değerlendirilmesi, GATA Sağlık Bilimleri Enstitüsü Çocuk Diş Hekimliği AD. Doktora Programı, Doktora Tezi, Ankara, 2013.

Bu çalışmada, Florürlü, Xylitollü, Probiyotikli ve Beyazlatıcı (Colgate Max Fresh, Xyliwhite, Periobiotic, İpana Beyaz Güç Karbonat) diş macunlarının daimi diş minesinin yüzey pürüzlülüğü ve sertliği üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, 120 adet yeni çekilmiş çürüksüz ve yüzey kusuru bulunmayan daimi kesici dişlerin mine yüzeyi üzerinde gerçekleştirilmiştir. İlk olarak 120 adet diş her bir grupta 60 örnek olacak şekilde rasgele 2 gruba ayrılmıştır. G1: Mine yüzey pürüzlülüğüne bakılacak grup, (n:60); G2: Mine yüzey sertliğine bakılacak grup, (n:60). Daha sonra bunlar da kendi aralarında rasgele 4 alt gruba ayrılmıştır. Xyliwhite diş macunu jeliyle fırçalanacak grup, (n:15); Periobiotic probiyotikli diş macunuyla fırçalanacak grup, (n:15); Colgate Max Fresh diş macunuyla fırçalanacak grup, (n:15); İpana Beyaz Güç Karbonat diş macunuyla fırçalanacak grup, (n:15) olarak ayrılmıştır. Her bir diş, silikon kalıplar kullanılarak, kökleri bloğun içinde, kron kısımları yüzeye paralel olacak ve mine yüzeyleri açıkta kalacak şekilde kendi kendine polimerize olan akrilik rezin bloğa gömülmüştür. Her bir grup 4 farklı diş macunu ile 1 hafta sabah ve akşam 2 dk boyunca pilli diş fırçasıyla fırçalanmıştır. Diş fırçası başlığı mine yüzeyine paralel ve kılların tamamı mine yüzeyine dik olarak temas edecek şekilde yerleştirilerek, baskı yapılmadan aynı operatör tarafından uygulanmıştır. Mikrosertlik değişimlerini ölçmek için Vicker's sertlik ölçüm cihazı, yüzey pürüzlülüğü değişimlerini ölçmek için ise profilometre cihazı kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler ortalama±standart sapma, ortanca (en küçük-en büyük) olarak verilmiştir. Gruplar arası karşılaştırmalar Kruskal Wallis testi ile yapılmıştır. Fark bulunması durumunda farkın hangi grup veya gruplardan kaynaklandığını saptamak için Bonferroni düzeltmeli Mann Whitney U testi kullanılmıştır. Grup içi önce-sonra karşılaştırmaları Wilcoxon

işaretli sıralar testi ile yapılmıştır. İstatistiksel analiz ve hesaplamalar için SPSS v.15.0 (Chi., IL, USA) paket programı kullanılmıştır. İstatistiksel nemlilik için $p < 0.05$ değeri kabul edilmiştir. Diş fırçalama işlemi sonrası llen Vicker's mikrosertlik değerlerinde Colgate Max Fresh diş macunuyla fırçalanan grupta istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamazken ($p > 0,01$), İpana Beyaz G Karbonat diş macunu, Xyliwhite Toothpaste Gel ve Periobiotic Probiotic Toothpaste ile fırçalanan gruplarda istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlenmiştir. ($p < 0,01$) Diş fırçalama işlemi sonrası ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerlerinde ise Colgate Max Fresh diş macunuyla fırçalanan grupta istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamazken ($p > 0,01$), İpana Beyaz G Karbonat diş macunu, Xyliwhite Toothpaste Gel ve Periobiotic Probiotic Toothpaste ile fırçalanan gruplarda istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir. ($p < 0,01$) Sonuç olarak abraziv içermeyen florürlü Colgate Max Fresh diş macunu, daimi diş mine yüzey pürüzlülüğünü ve mikrosertliğini etkilemezken, abrazivler içeren Xyliwhite, Periobiotic, İpana Beyaz G Karbonat diş macunları daimi diş minesinin yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertliğinde olumsuz yönde değişikliklere neden olmuştur.

Anahtar Kelimeler:Diş macunu, yüzey pürüzlülüğü, yüzey sertliği.

Destekleyen Kurumlar:Gülhane Askeri Tıp Akademisi

Yazar Adı:Eda ARAT MADEN

Danışman: Ceyhan ALTUN

SUMMARY

ARAT MADEN E., The in vitro evaluation of the effect of toothpastes with different contents on the enamel roughness and microhardness, GMMMA Institute of Medical Sciences, Department of Pediatric Dentistry, Program of Doctorate, PhD Thesis. Ankara, 2013.

The aim of this study was to evaluate the effect of Fluoride, Xylitol, Probiotic and Whitening (Colgate Max Fresh, Xyliwhite, Periobiotic, İpana White Power Carbonate) toothpastes on the permanent tooth enamel roughness and microhardness. The enamel surface of one hundred and twenty newly extracted non-carious permanent incisors which had no surface defects were used in this study. Firstly one hundred and twenty teeth will be randomly divided into 2 groups in each group of 60 samples. G1: the group which will be examined enamel roughness (n:60). G2: the group which will be examined enamel microhardness (n:60). Then this groups will be randomly divided into 4 groups among themselves. The group which will be brushed Xyliwhite toothpaste gel, (n:15); The group which will be brushed Periobiotic probiotic toothpaste, (n:15); The group which will be brushed Colgate Max Fresh toothpaste, (n:15); The group which will be brushed İpana White Power Carbonate toothpaste, (n:15). Each tooth will be buried to the self-polymerized acrylic resin block using silicone molds, roots will be in block, crowns will be paralel to the surface and enamel surfaces exposed. Each group was brushed using four different toothpastes for 1 week with battery-powered toothbrush at the morning and evening for 2 min. Toothbrush head was applied parallel to the enamel surface and bristles were placed in contact perpendicular to the entire enamel surface by the same operator without pressure. Vicker's hardness tester was used to measure the changes in microhardness, the profilometer was used to measure changes insurface roughness. Descriptive statistics were given as mean $\pm$ Standard deviation, median (minimum-maximum). Kruskal-Wallis test was used for comparisons between groups. If you have noticed the difference, the Bonferroni correction Mann-Whitney U test was used to determine which group or groups due to

the difference. Intra-group before and after comparisons were made with the Wilcoxon signed rank test. SPSS v.15.0 (Chi., IL, USA) software package was used for statistical analysis and calculations. $P < 0.05$ was adopted for statistical significance. No statistically significant differences were found Vicker's hardness values measured after tooth brushing process in group brushed with Colgate Max Fresh toothpaste ($p > 0,01$), statistically significant decrease was observed in groups brushed with İpana White Power Carbonate toothpaste, Xyliwhite Toothpaste Gel, Periobiotic Probiotic Toothpaste ($p < 0.01$). No statistically significant differences were found in surface roughness values measured after tooth brushing process in group brushed with Colgate Max Fresh toothpaste ($p > 0,01$), statistically significant increase was observed in groups brushed with İpana White Power Carbonate toothpaste, Xyliwhite Toothpaste Gel, Periobiotic Probiotic Toothpaste ($p < 0.01$). As a result, Colgate Max Fresh abrasive-free toothpaste with fluoride has no effect on permanent tooth enamel surface roughness and microhardness, Xyliwhite, Periobiotic, İpana White Power Carbonate containing abrasive tootpastes led to changes negatively on permanent tooth enamel surface roughness and microhardness.

Keywords: Toothpaste, surface roughness, surface microhardness.

Supported by: Gulhane Military Medical Academy

Author: Eda ARAT MADEN

Counsellor: Ceyhan ALTUN

İÇİNDEKİLER

Sayfa no

TEŞEKKÜR.....	ii
ÖZET	iii
SUMMARY.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
TABLolar DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Mine.....	5
2.1.1. Minenin Fiziksel Özellikleri.....	5
2.1.1.1. Minenin Kalınlığı.....	5
2.1.1.2. Minenin Sertliği.....	5
2.1.1.3. Minenin Saydamlığı	6
2.1.1.4. Minenin Geçirgenliği	6
2.1.2. Minenin Kimyasal Özellikleri	6
2.1.2.1. İnorganik Yapı	6
2.1.2.2. Organik Yapı	8
2.1.2.2.1. Proteinler	8
2.1.2.2.2. Karbonhidrat.....	9
2.1.2.2.3. Yağlar	9
2.1.2.2.4. Su içeriği.....	9
2.1.3. Minenin Yapısı	10
2.1.3.1. Mine Prizmaları	10
2.1.3.2. Prizma Kını.....	11
2.1.3.3. Prizma Aramaddesi	12
2.1.4. Minenin kristal yapısı	12
2.1.4.1. Apatitlerin genel yapısı	12

2.1.5. Mine Yüzeyi ve Üstündeki Oluşumlar	14
2.1.6. Daimi Diş Minesinin Yapısal Özellikleri	15
2.1.7. Süt Dişi Minesinin Yapısal Özellikleri	15
2.2. Dişlerde Aşınma ve Tipleri	16
2.2.1. Atrizyon	17
2.2.2. Erozyon	17
2.2.3. Abfraksiyon	18
2.2.4. Demastikasyon	19
2.2.5. Rezorpsiyon	20
2.2.6. Abrazyon	20
2.3. Yüzey Mikrosertlik Ölçümü	23
2.3.1. Vicker's Mikrosertlik Ölçüm Yöntemi	24
2.4. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü	25
2.5. Diş Macunları	25
2.5.1. Diş Macunlarının İçerikleri	26
2.5.2. Çürük Önlemeye Yönelik Olan Diş Macunları	30
2.5.3. Dentin Hassasiyetini Gidermeye Yönelik Olan Diş Macunları	34
2.5.4. Diştaşı Oluşumunu Önlemeye Yönelik Olan Diş Macunları	35
2.5.5. Dişleri Beyazlatmaya Yönelik Olan Diş Macunları	35
2.5.6. Erozyon Önlemeye Yardımcı Diş Macunları	36
2.5.7. Bakteri Çoğalmasını ve Plak Oluşumunu Önlemeye Yönelik Olan Diş Macunları	36
3. GEREÇ VE YÖNTEM	45
3.1. Çalışma Grupları	45
3.2. Mine Örneklerinin Hazırlanması	45
3.3. Diş Fırçalama Prosedürleri	47
3.4. Mikrosertlik Ölçümü	49
3.5. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü	51
3.6. İstatistiksel Analiz	53
4. BULGULAR	54

4.1. Mikrosertlik Bulguları	54
4.2. Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları.....	58
5. TARTIŞMA.....	63
6. SONUÇ	76
7. KAYNAKLAR	77

SİMGELER VE KISALTMALAR

Ag	: Gümüş
Ca	: Kalsiyum
$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$	: Hidroksiapatit
$\text{Ca}_{10}\text{F}_2(\text{PO}_4)_6$	: Floroapatit
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	: Kalsiyum fosfat
CaF_2	: Kalsiyum florür
Cl	: Klor
CO_3	: Karbonat
Cu	: Bakır
F	: Fluor
FAO	: Amerika Gıda ve Tarım Örgütü
Fe	: Demir
HAP	: Hidroksi Apatit
IgA	: İmmunoglobülin A
K	: Potasyum
KCl	: Potasyum klorür
Mg	: Magnezyum
Mn	: Mangan
Na	: Sodyum
Na_3AlF_6	: Kriyolit
NaF	: Sodyum Florid
OH^-	: Hidroksil
P	: Fosfat
PO_3	: Fosfat

SLS	: Sodyum Lorel Sülfat
SMFP	: Sodyum Monoflorofosfat
SnF ₂	: Kalay florid
Sr	: Stronsiyum
SrCl ₂	: Stronsiyum klorür
SS	: Standart sapma
VHN	: Vickers Hardness Number
VSN	: Vickers Sertlik Numarası
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
YMS	: Yüzey mikrosertlik
Zn	: Çinko

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Mine tuftları	8
Şekil 2.2. İnsanlarda mine prizmalarının çeşitli görüş açılarından görünümleri	11
Şekil2.3. Hidroksiapatitin yapısı ve hidroksil gruplarının birbirine bağlanması.....	14
Şekil 3.1. Otopolimerizan akrilik rezin materyal	46
Şekil 3.2. Daimi kesici diş örnekleri.....	46
Şekil 3.3. Metkon Gripo 2V, tesfiye ve zımparalama cihazı	47
Şekil 3.4. Diş fırçalama uygulaması	49
Şekil 3.5. Mikrosertlik ölçme deneyinin yapıldığı test cihazı.....	50
Şekil 3.6. Örneklerle mikrosertlik testi uygulanışı	50
Şekil 3.7. Fırçalama öncesinde Vicker's sertlik testi sonrası mine örneğinde oluşan izin görüntüsü	51
Şekil 3.8. Fırçalama sonrasında Vicker's sertlik ölçümüyle mikrosertliğinde azalma gözlemlenen mine örneğinde oluşan izin görüntüsü	51
Şekil 3.9. Yüzey pürüzlülüğü deneyinin yapıldığı test cihazı	52
Şekil 3.10. Örneklerle yüzey pürüzlülüğü testi uygulanışı.....	52
Şekil 4.1. Başlangıç yüzey sertlik ortalama değerlerinin dağılımı	54
Şekil 4.2. Diş fırçalama işlemi sonrası yüzey sertlik ortalama değerlerinin dağılımı.....	55
Şekil 4.3. Diş fırçalama işlemi öncesi ve sonrası VHN değerlerinin dağılımı	55
Şekil 4.4. Diş fırçalama işlemi öncesi ve sonrası mine yüzey sertlik değişim yüzdeleri	57
Şekil 4.5. Başlangıç yüzey pürüzlülük ortalama değerlerinin dağılımı	58
Şekil 4.6. Diş fırçalama işlemi sonrası yüzey pürüzlülük değerlerinin dağılımı.....	59
Şekil4.7. Diş fırçalama işlemi öncesi ve sonrası yüzey pürüzlülük değerlerinin dağılımı.....	59

Şekil 4.8.	Diş fırçalama işlemi öncesi ve sonrası mine yüzey pürüzlülük değişim yüzdeleri	61
-------------------	--	----

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1. Minenin inorganik yapısını oluşturan elementler.....	7
Tablo 3.1. Çalışma Grupları	45
Tablo 3.2. Çalışmada kullanılan diş macunları ve içerikleri	48
Tablo 4.1. Diş fırçalama işlemi öncesi ve sonrası saptanan mikrosertlik (VHN) ve standart sapma ($\pm$ SS) değerleri	56
Tablo 4.2. Diş fırçalama işlemi öncesi ve sonrası saptanan yüzey pürüzlülüğü ve standart sapma ($\pm$ SS) değerleri.....	60

1. GİRİŞ

Diş çürümeleri, dünya çapında en yaygın enfeksiyöz hastalıklardan biridir. Son yıllarda alınan tedbirler nedeniyle diş çürümelerinde azalma belirlenmişse de, medeniyetle bağlantılı olan bu hastalığın tamamen önlenmesi mümkün olamamıştır. Bugüne kadar yapılan insan ve hayvan deneylerinde, diş çürüklerinin oluşmasında bakterilerin çok önemli rol oynadığı kesinlik kazanmıştır. Diş çürüğü etkeni olan bakterilerin ağız boşluğundan uzaklaştırılmaları diş tedavilerinde ve diş sağlığının korunmasında ilk basamağı oluşturmaktadır. Ağız ve diş sağlığının bozulmasından önce, koruyucu ve önleyici önlemlerin alınması ve tedavi hizmetlerinin konservatif yöntemlere doğru kaydırılması görüşü önem kazanmıştır. Bu amaçla diş fırçalarıyla birlikte kullanılan diş macunları, plağın uzaklaştırılması amacı ile mekanik ve kimyasal plak kontrolünde kullanılan en yaygın yöntemdir (1). Diş macunları uzun yıllardır kullanılmakta olan ve diş sağlığının oluşumunda önemli rol oynayan maddelerdir. Bugün çeşitli toplumlardaki insanların çoğu, dişlerini estetik yönden daha güzel görünmesini sağlamak için fırçalamaktadır. Diş fırçalamanın asıl amacının estetik görünüm sağlamak olduğu kabul edilmektedir. Bununla birlikte diş macunlarının içine çeşitli terapötik maddeler ilave edilmektedir. Böylece bireyler dişlerini fırçalayarak hem estetik görünüm sağlamakta hem de bu bileşiklerin koruyucu ve tedavi edici etkilerinden faydalanmaktadırlar (2).

Diş macunları başta çürük ve periodontal hastalıkların önlenmesi, başlangıç çürüğünün iyileştirilmesi, hassasiyetin giderilmesi veya dişleri beyazlatmak amacıyla hazırlanmıştır. Diş macunlarının içeriğinde mekanik temizleyiciler, nemlendiriciler, köpürtücüler, koku maddeleri, tat maddeleri, koruyucu maddeler, su, bağlayıcı ve ayırt edici (çürük önleyici, antitartar, beyazlatıcı, hassasiyet giderici vs.) ajanlar bulunur. İdeal bir diş macunu bakteri plağını uzaklaştırmada etkili olmalı, yüzeyel lekelenmeleri uzaklaştırmalı ve diş sert dokularında ve restoratif materyallerde en az abrazyona ve yüzey pürüzlülüğüne neden olmalıdır. Ancak literatürde

aşındırıcılara bağlı diş mine yüzeyinin sertliğinde azalmalar ve pürüzlenmeler bildirilmektedir (2). Diş macunu içerisindeki aşındırıcılar bakteri plağı ve renklendirmeleri uzaklaştırmak amacıyla katılmıştır (3). Aşındırıcıların pürüzlendirmeleri bakteri plağı tutunma indeksini geçmemelidir (0.2 µm). Diş minesinin sertliğini ve yüzey pürüzlülüğünü etkileyen faktörler arasında diş macununun yapısı, diş fırçasına uygulanan kuvvet ve süre, diş sert dokusu başta gelmektedir (4).

Florür, Xylitol, Probiyotik gibi maddeler, diş macunlarından yararlanılarak oral kaviteye ulaştırılmaya çalışılan çürük önlemeye yönelik olan etken ajanlardır. Son yıllarda ağız ve diş sağlığında, fluorür ve xylitol içeren diş macunlarının kullanımı önemli bir yer tutmaktadır. Fluorür, kemikler, vücut sıvıları ve dişlerde bulunan, diş çürüklerini önlemede veya yeni oluşmakta olan diş çürüklerini durdurmada etkili olan bir eser elementtir. Floridli diş macunlarının etkin çürük önleyici bir ajan olarak pek çok klinik çeşidi vardır ve birçok gelişmiş ülkede çürük prevalansında azalma esas faktör olarak kabul edilmektedir (5). Şeker değişkenlerinden, bir şeker alkolü olan xylitol, çürük proflaksisi ve periodontal dokuların sağlığı açısından floridan sonra üzerinde en çok çalışılan bir maddedir. Doğal bir tatlandırıcı olan ve diş sağlığına önemli katkıları yıllardır bilinen xylitol içeren diş macunlarının kullanımı koruyucu diş hekimliği programlarında yer almaktadır (6).

Probiyotikler, insan sağlığı için yararlı etkilerinden dolayı çeşitli besinlere eklenen bakterilerdir. Probiyotik bakterilerin canlı kalabileceği en uygun gıda ürününün ilk olarak; yoğurt gibi taze tüketilen fermente süt ürünleri olduğu tespit edilmiş ve ilk probiyotikli yoğurt ürünleri 1980'lerin başında Avrupa'da piyasaya çıkarılmıştır. Gelişen gıda teknolojileri sayesinde sonraları probiyotikler birçok gıda ürünlerine de ilave edilmeye başlanmıştır (Meyve suları, içilebilir süt, bazı peynir çeşitleri, dondurma, sakız, fermente et ürünleri, kahvaltılık tahıllar (cornflakes), soya sütü ürünleri...vb.). Günümüzde süt ürünleri başta olmak üzere pek çok ürün probiyotik ilaveli olarak üretilmekte ve büyük ilgi görmektedir. Sağlık üzerine pozitif etki yapan yararlı, canlı mikroorganizmalar içeren probiyotik gıdaların en temel fonksiyonu;

modern yaşam nedeniyle değişmiş olan normal bağırsak florasının doğal olan flora ya dönüştürölmesidir. Bu etkileriyle probiyotiklerin bağışıklık sistemini geliştirdiği ve kolon kanseri riskini de düşürdüğü belirtilmektedir (7). Parvez ve arkadaşlarının çalışmasında probiyotik bakterilerin örneğin akut ishal ve Crohn hastalığı gibi sistemik ve enfeksiyöz durumlarda tedavideki etkinliğinden bahsedilmiştir. Diğer bazı çalışmalarda da kardiyovasküler, ürogenital, orofarengeal enfeksiyonlar ve kanser tedavisinde potansiyel uygulamalarından bahsedilmiştir (7). Probiyotik bakterilerle ağız ve diş sağlığının korunması, ilginin giderek arttığı yeni bir yaklaşımdır. Son yıllarda yoğunlaşan araştırmalarda diş çürümelerinin ve dişeti hastalıklarının önlenmesinde probiyotik bakterilerin ağız ve diş sağlığı üzerinde de olumlu etkilere sahip olduğu da kesinlik kazanmıştır (7). Bağırsak sistemine özü probiyotikler olarak kullanılan bazı laktobasil türlerinin diş çürümelerine karşı etkili olabileceğine dair bulgulara da rastlanmaktadır. Bu bakteriler, diş çürümmesine ve dişeti hastalıklarına neden olan bakterileri inhibe eden antibakteriyel madde üretimleri ve diş yüzeyindeki tutunma bölgeleri için rekabet gibi mekanizmalarla etkili olmaktadır. Çeşitli klinik çalışmalarda probiyotik içeren süt, yoğurt ve peynirin düzenli tüketiminin tükürükteki karyojenik bakteri sayısında ve diş plağında azalmaya yardımcı olduğu gösterilmiştir. Ağız ve diş sağlığı için cikletler, pastiller, ağız gargaralarına ilave edilen probiyotikler diş macunlarına da eklenmiştir (8).

Son zamanlarda diş macunları dişleri beyazlatma veya parlatma özellikleri ön plana çıkarılarak pazarlanmaktadır. Bu yönde artan talepler nedeniyle diş macunlarının içine kalsiyum karbonat, anhidroz dibazik kalsiyum fosfat veya silika gibi daha sert abraziv maddeler eklenmiştir. Bu tür macunlar içeriğindeki abrazivin miktarına, kalitesine, partikül büyüklüğüne ve kristal karakteristiklerine bağlı olarak son derece abraziv olabilmektedir. Dental estetik üzerine artan talep, diş beyazlatmayı diş macunlarının önemli bir fonksiyonu haline getirmiştir (9). Beyazlatıcı etkisi olduğunu iddia eden macunlar, ya aşırı abraziv partiküller ya peroksitler gibi ağartıcı ajanlar ve sodyum bikarbonat ya da lekeleri çıkaran proteolitik enzimler içermektedir. Sodyum bikarbonatın ağız hijyenini sağlamada kullanımı uzun bir geçmişe

sahiptir. 1998’de yayınlanan bir dizi çalışmada sodyum bikarbonat içeren diş macunlarının anti-plak, gingivitisi iyileştirme, renkleşmeleri giderme ve ağız kokusunu azaltma etkinliği gösterilmiştir (1).

Çalışmamızda, farklı diş macunlarının içeriğindeki Florür, Xylitol, Probiyotik ve beyazlatıcı ajanların çekilmiş daimi dişlerin mine sertlik ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerinin in vitro olarak araştırılması ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Mine

Mine ve dentin, dişin sert dokusunu oluşturan iki temel ögedir. Diş minesini insan organizmasının en sert dokusu olup, dişlerin anatomik kronunu örter. Dişin tek ektodermal kökenli dokusudur. Organizmada bağ dokusunu nasıl epitel dokusu örtüp, dış etkenlere karşı koruyorsa, dişin bağ dokusu olan pulpa ve mineralize olmuş bağdokusu olan dentini de, mineralize olmuş epitel, yani mine dokusu örtmektedir (10).

2.1.1. Minenin Fiziksel Özellikleri

2.1.1.1. Minenin Kalınlığı

Minenin kalınlığı, tüberkül uçları ve kesici kenarlarda 2-2.5 mm olup, koleye doğru çok azalır. Kolede mine kalınlığı 100 µm'dan daha azdır (10).

2.1.1.2. Minenin Sertliği

Mineraloglar minerallerin sertlik derecelerini 1-10'a kadar sayı ile sıralamışlardır. Bu sıralamaya göre minenin sertlik derecesi 7 yani kuvars kadardır. Ancak son yıllarda yapılan araştırmalarda minenin sertliğini saptamada başka sertlik üniteleri kullanılmış ve dişin minesinin sertliği Knoop-sertlik numaralarına göre 365-396 arasında bulunmuştur. Aynı sertlik ile kuvars daha yüksek sayıda sertliğe sahiptir. Gerçekte minenin sertliği kişinin yaşına bağımlı olarak değişiklikler gösterir. Yaşın ilerlemesi ile minenin sertliği artmaktadır. Dişin çeşitli bölgelerinde mine dokusunun çeşitli derinliklerinde de mine sertliğinde önemli farklar saptanır. Minenin sertliği yüzeyden dentine doğru azalmaktadır. En dışta 50-100 µm kalınlığında bir yüzeyel tabakada minenin sertliği Vicker's-Sertlik derecesine göre 400 iken, orta tabakada 360-370, dentine komşu minede ise 280'dir (10).

2.1.1.3. Minenin Saydamlığı

Mine dokusu bir kalsiyumhidroksiapatit kristalleri yığını olup çok az oranda, ancak %2 oranında organik eleman ve %2 oranında su taşır. Bu nedenle, mine homojen bir ortam olarak kabul edilebilir. Kalsiyumhidroksiapatit kristallerinden oluşmuş homojen bir ortam özelliğinde olan mine dokusu; optik fiziği kurallarına göre ışığı dokunun her bölgesinde aynı kırma indeksi ile kırıldığından saydamdır. Mine saydam olduğundan, altında bulunan dentin dokusunun sarı rengini gösterir. Ancak kesici kenarda beyaz-mavi renkte ve hafif saydam olarak belirlidir (10).

2.1.1.4. Minenin Geçirgenliği

Bazı isotop deneyleriyle mine dokusunun semipermeable (seçici geçirgen) olduğu kanıtlanmıştır (10).

2.1.2. Minenin Kimyasal Özellikleri

İnsan diş minesi; hidroksiapatit (%92-94), su (%2-3), karbonat iyonu (%2), eser elementler (%1 sodyum, potasyum, çinko, magnezyum, klorit), flor iyonu (%0,01–0,05) ve proteinler ile lipitlerden (<%1) oluşan mineralize bir dokudur. Hacimsel olarak ise, minenin yaklaşık %87,1'i inorganik faz, %11,5'i su ve %1,4'ü organik maddedir (11).

2.1.2.1. İnorganik Yapı

Diş minesinin inorganik yapısını temel olarak hidroksiapatit kristalleri (HAP) oluşturmaktadır. HAP kristalinin saf halde olmadığı ve temel olarak kalsiyum, fosfat ve hidroksil iyonlarından oluştuğu ve minenin gelişimi sırasında başta karbonat iyonu olmak üzere kristal yapıya katılan çok küçük miktarlarda birçok inorganik element de içerdiği görülmektedir (12). Bunlar eser element olarak tanımlanırlar ve diş gelişimde rol oynayan oral epitel ve mezenşimal hücrelerde depolanarak mineralizasyon sırasında apatit ağı

içerisine girerler. Bu nedenle dişin eser element yapısı, dişin gelişim döneminde içinde bulunduğu biyolojik ortamla sürme sonrası içinde bulunduğu oral çevrenin bir yansıması olarak kabul edilir (13). Yapılan çalışmalar diş minesinde 18 eser elementin varlığını ortaya koymuştur (14). Bunların bir kısmı minenin çürüğe direncini artırırken diğerleri mineyi çürüğe duyarlı hale getirmektedir. Apatit yapı için “yabancı cisim” olarak kabul edilen eser elementler, kristal yapının asitler karşısındaki stabilitesini değiştirerek minenin çözünürlüğünü etkilemektedirler (14). Minenin kimyasal içeriği aynı ağız içerisindeki farklı dişler arasında hatta aynı dişte minenin yüzeyel ve derin tabakaları arasında dahi farklılıklar göstermektedir. Minenin inorganik yapısını oluşturan elementler Tablo2.1.’de minimum ve maksimum değerleri ile gösterilmiştir (15).

Tablo2.1. Minenin inorganik yapısını oluşturan elementler (15)

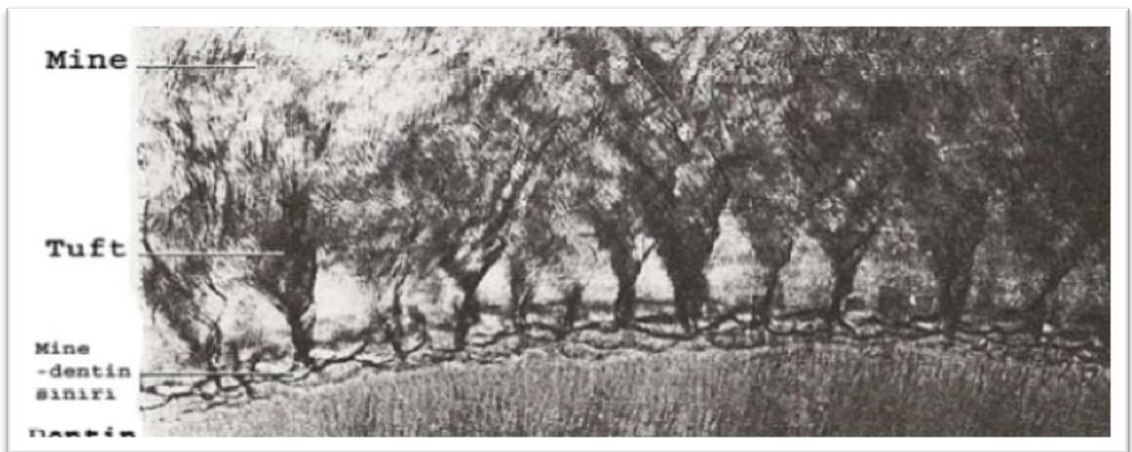
İyon	Analiz
	ağırlık %
Ca	33,6 – 39,4
P	16,1 – 18,0
CO₃	1,95 – 3,66
Na	0,25 – 0,90
Mg	0,25 – 0,56
Cl	0,19 – 0,30
K	0,05 – 0,30
	Ppm
F	50
	5000 (mine yüzeyinde)
Fe	8 – 218
Zn	152 – 227
Sr	50 – 400
Cu	10 – 100
Mn	0 – 18
Ag	0 – 100

2.1.2.2. Organik Yapı

Organik komponentleri; az oranda eriyik protein ve lifsel yapıda, keratoprotein türü proteinler oluşturur. Yaşın ilerlemesiyle mine olgunlaşır. Minenin olgunlaşması hidroksiapatit kristallerinin üç boyutta büyümesi ve organik yapısının azalması şeklinde olur. İleri yaşlarda lifsel organik matriks hemen hemen hiç kalmaz (10).

2.1.2.2.1. Proteinler

Olgun minenin protein içeriği genç mineye göre oldukça azdır. Ağırlık olarak minenin % 0,05-0,1'ini oluşturur. Aminoasit ve kısa polipeptid zincirlerinden oluşan düşük molekül ağırlığındaki çözünebilir protein parçaları maturasyon ve mineralizasyon esnasında meydana gelen protein yıkımından geriye kalmaktadırlar. Bunların mine yüzeyinde de çok az miktarda bulundukları görülür (11,16). Mine proteinlerinin toplam ağırlığının %80-90'ının ise mine-dentin sınırına yakın kısımlarda lokalize olduğu görülür. Bu yüksek molekül ağırlıklı iç mine proteinleri; inorganik kristaller arasındaki boşlukları doldurarak dentin yüzeyinden mine içine ince bir ağ gibi uzanan çözünmez organik yapıları (tuft) oluştururlar.



Şekil 2.1.Mine tuftları (11)

Olgun minedeki bu “tuft” proteinlerinin orijinal matriksin bir parçası olduğu kabul edilir. Servikal minede ve fissürlerin altında yoğun olarak bulunurlar.

Bu proteinlerin, mineral kaybına karşı bir bariyer oluşturabildikleri gibi, yapılarındaki glutamik asit ve aspartik asit gibi negatif yüklü kısımlar nedeniyle de çözünen minerallerin tekrar çökmesine yardımcı olabildikleri ifade edilmiştir (17).

2.1.2.2.2. Karbonhidrat

Mine matriksinde karbonhidrat ve mukopolisakkarit bulunduğu ve bunların glikolizasyonla mine proteinlerine bağlı olduğu yapılan analizlerde gösterilmiştir (18). Bu mukopolisakkaritlerin ise, kondroitin-4-sülfat ve/veya kondroitin-6-sülfat olduğu gözlenmiştir. Bunlar, yüksek anyonik güçleri nedeniyle katyonları bağlama özelliğine sahip olduklarından mineralizasyonda yer aldıkları düşünülmektedir.

2.1.2.2.3. Yağlar

Minedeki yağ asitlerinin %19–25 oranında palmitik asit, %14–17 oranında stearik asit ve %20–21 oranında oleik asitten ibaret olduğu yapılan analizlerde gözlenmiştir. Minenin toplam yağ oranının % 0,51 olduğu, çürük dişlerde ise bu oranın arttığı görülür (15).

2.1.2.2.4. Su içeriği

Suyun, mine içerisinde iki farklı durumda bulunduğu görülmüştür:

Zayıf bağlı olan serbest su: Minede serbest halde bulunan su içeriğinin mineral ve organik yapı arasında lokalize olduğu düşünülmektedir. Minenin serbest haldeki su içeriğinin bireyler arasında büyük farklılık gösterdiği (ağırlık olarak % 0,56–1,48) ayrıca dişler arasında da farklı olduğu ve süt

dişlerinin serbest su içeriğinin (ağırlık olarak %3,01) daimi dişlere göre çok daha fazla olduğu gözlenmiştir (19).

Sıkı bağlı olan su (Tutulan su): Sıkı bağlı haldeki su, minenin kristal ağı içerisinde apatitin hidroksil pozisyonunda bulunmaktadır (11,16).

Suyun mine prizmaları arasında veya prizmalar içindeki mikroporlarda bulunması ya da apatit ağı içerisinde iyonik halde olması nedeniyle minenin ancak çok yüksek ısılarda dehidrate olduğu düşünülmektedir (11,20,21).

2.1.3. Minenin Yapısı

Yapısal olarak mine milyonlarca mine prizmasından, prizma kınından ve interprizmatik matriksten meydana gelmektedir (22). Mine prizmalarını oluşturan yapı, ince uzun kalsiyum hidroksiapatit kristallerinin sıkıca kenetlendiği yapıdır. Mine bir lifsel organik matriks üzerine çökelmiş kristaller yığıdır. Ancak, bu organik matriksin ameloblast hücreleri tarafından yapımı, ve bu organik matriksin lifsel yapısının yol göstericiliğinde kristallerin belirli bir düzen içinde yığılması ile mine kendine özgü bir strüktür, bir yapı kazanır (10).

2.1.3.1. Mine Prizmaları

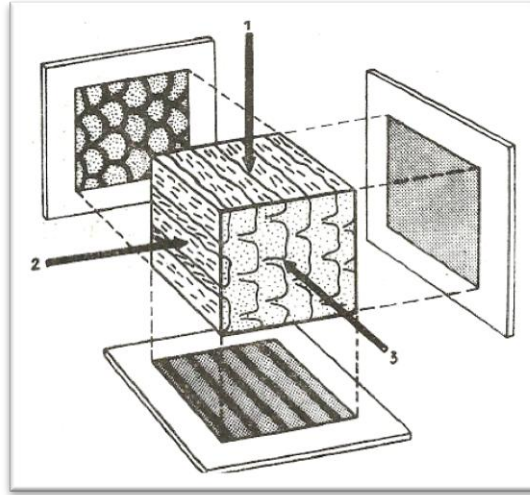
Mine, yan yana gelmiş mine prizmalarından oluşur. Mine prizmasına mine-dentin sınırından başlayıp dış yüzeye kadar oluşan mine sütunu da denilebilir. Mine prizmaları dalgalı, hafif burğu şeklinde ve kesintisiz seyrederek. Bu prizma adı verilen mine sütunlarının çapları 4-6 μm 'dir. Prizmaların mine-dentin sınırındaki çapının, mine dış yüzeyindeki çapına oranı 1:2'dir. 1 mm^2 mine dokusunda 30.000-40.000 mine prizması bulunur. Alt yan keserlerde 5.000.000 prizma alt altı yaş dişinde ise 12.000.000.000 olduğu bildirilmiştir.

Mine prizmalarının kesitleri; uzun aksına paralel olursa boğumlu bir sütun olarak, uzun akslarına dikey olursa heksagonal, balık pulu şeklinde ya

da at nalı şeklinde ve kesimin hafif eğik olduğu durumlarda ise anahtar deliği şeklinde görülürler (Şekil 2.2).

Elektron mikroskobu çalışmaları; gerçekte, her mine prizmasının belirli bir prensip içinde yığılmış çoğunluğunu kalsiyumhidroksiapatit kristallerinin oluşturduğu bir mine sütunu, hatta bir mine ünitesi olduğunu göstermiştir.

Minenin kuvvetler karşısında olağanüstü direnç gösterebilmesi, kristallerin belirli bir düzen içinde yığılmalarıyla sağlanmıştır. Kristallerin uzun akslarının yönleri, mineye dikey gelecek kuvveti mine-dentin sınırına kadar milyonlarca kuvvet bileşkesine parçalayacak şekildedir. Ayrıca kristallerin arasında, içini organik yapı, su ve bazı araştırmacılara göre kalsiyumkarbonat tuzlarının doldurduğu interkristalin-mikroalanlar vardır. Bir kuvvet uygulandığında, bu interkristalin mikroalanların bulunması nedeniyle, kristallerin birbiri üzerinde kayabilmeleri de mineye kuvvetler karşısında aşırı direnç gösterme olanağını sağlar (10).



Şekil 2.2. İnsanlarda mine prizmalarının çeşitli görüş açılarından görünüşleri

2.1.3.2. Prizma Kını

Işık mikroskobu ile yapılan araştırmalarda her prizmanın çevresinde koyu boyanan, organik maddeden zengin ve 0,5 µm kalınlığında bir kılıfın olduğu ileri sürülmüştür (10). Ancak elektron mikroskobu ile yapılan

çalışmalarda, böyle bir prizma kını kesinlikle saptanmamıştır. Elektronmikroskopisine göre; ışık mikroskobunda prizma çeperinin farklı görünmesi, optik bir efekt olup; o bölgedeki kristallerin prizma asal eksenine paralel olmayıp açılı gelmeleri ve yoğunluk farkındandır (10).

2.1.3.3. Prizma Aramaddesi

ışık mikroskopisine göre varlığından sözedilen prizma aramaddesi, elektron mikroskobunda görülmemiş ve prizma kını ile özdeş tutulmuştur (10).

2.1.4. Minenin kristal yapısı

2.1.4.1. Apatitlerin genel yapısı

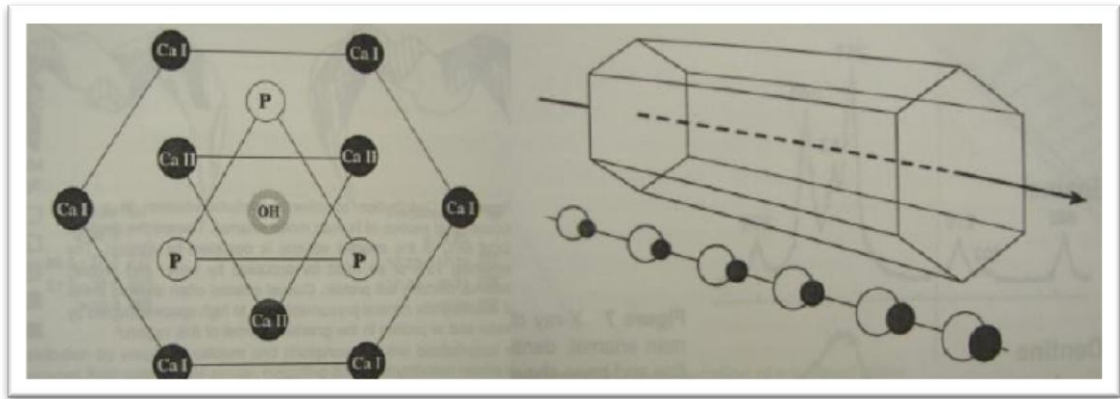
Olgun bir minenin majör inorganik bileşeni, yaklaşık 50 nm genişliğinde, 100  m'den daha uzun olduğu düşünülen hidroksiapatit kristalleridir. Kristaller altıgen yapıdadırlar ve bu yapının merkezinde hidroksil iyonunun olduğu bilinmektedir. Bu iyonun çevresinde kalsiyum II iyonlarının eşkenar üçgen olacak şekilde bağlanması ve aynı ervede 60°'lik bir kaymayla fosfat iyonlarının yine eşkenar üçgen oluşturacak şekilde yer almasıyla oluşan iç yapıyı dıştan altıgen bir yapı oluşturarak kalsiyum iyonları çevreler (şekil 2.3). ışte bu hegzagonal yapının devam eden bağlarından kristal örgü yapısına sahip $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ formülü ortaya çıkar (22). $(Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2)$ "hidroksiapatit" ifadesi (HAP) az ya da çok ideal bir kristal yapıyı tanımlar, "apatit" ve "apatitik" ifadesi ise kalsiyum ya da fosfat iyonlarının ideal kompozisyonundan saptığı veya içine dışarıdan flor, karbonat veya su gibi materyallerin katıldığı bir kristal yapıyı tarif eden çok geniş bir tanımdır (23,24,25). Apatitler, x-ray difraksiyon (XRD) analizlerinde HAP'a benzemekle birlikte onun kadar keskin pikler vermeyen yapılarıdır. Hegzagonal bir kristal yapının en bilinen şekli $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ (stoichiometric apatit) olup ideal HAP kristalini tanımlar. Bu yapı içinde Ca/P oranı 10/6 (1,66) dır (26,27). Ca/P oranı 10/6 olmayan ve ideal

kompozisyonundan sapan apatitler ise iyi kristalize olmamış “nonstoichiometric apatit” olarak ifade edilir (23). Bunlar, vücuttaki tüm kalsifiye dokuların ana mineral komponenti olup (26,27) yapılarında % 5–6 oranında karbonat iyonu bulunur (28). Nitekim; diş minesinin Ca/P oranının da ideal yapıdakine uymadığı, verilen oranların ise birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Le Fevre ve ark. (1937) diş minesinin Ca/P oranının 2,04 olduğunu, Murray (1936) 2,09, Burnett ve Zenewitz (1958) 1,95, Coklica ve Brudevold da (1976) 2,06 ile 2,24 arasında olduğunu belirtmektedirler (29,30,31,32,33).

Stoichiometrik hidroksiapatit kristali farklı büyüklük ve şekildeki kalsiyum, hidroksil ve fosfat iyonlarından oluşmuştur. Fosfat iyonları, boyutları nedeniyle kristal yapı içinde daha fazla yer kapladıklarından bu yapıyı kontrol altında tutarlar. Nitekim, fosfat iyonlarının apatit yapı içerisindeki dizilişleriyle kristalin hegzagonal şeklinin belirlendiği ve fosforun etrafında tetrahedral gruplar halinde bulunan fosfat oksijenlerinin fosfat grupları arasındaki kalsiyum iyonlarını da bağlayarak yapı içinde hepsinin bir arada tutulmasını sağladığı görülür (34).

Birbirine çok yakın olmakla birlikte fosfat iyonları arasında boşluklar olduğu ve bu boşlukların içinde de kalsiyum ve hidroksil iyonlarının bulunduğu görülür. Bu boşluklar, üst üste dizilmiş hegzagonal tabakalar halinde olan kristal yapı içinde vertikal eksene paralel kanallar oluştururlar. Bu kanalların 2/3'ünde pozitif yüklü kalsiyum iyonları bulunur ve bunlar toplam kalsiyum içeriğinin 2/5'ini oluşturur. Kanalların geriye kalan 1/3'ünde ise negatif yüklü hidroksil iyonları bulunur. Kalsiyum iyonlarının geriye kalan 3/5'i de kısmen bu hidroksil iyon kanallarında bulunur (34). Ancak, kanalları dolduran kalsiyum ve hidroksil iyonlarının farklı büyüklükte olması kanal boyutlarında değişikliğe neden olarak fosfat iyonlarının bir arada tutunmasını engellemekte ve yapı içinde distorsiyona yol açmaktadır. Yapıyı oluşturan her tabakada bir öncekine göre hidroksil kanalı etrafında 60 derecelik bir distorsiyon meydana geldiği için, her iki tabakada bir aynı kristal yapı oryantasyonunun tekrarlandığı ve hidroksil iyon kanalları geniş kalırken daha küçük olan kalsiyum iyonlarının bulunduğu kanalların bir tabakada genişken diğer tabakada daraldığı görülür (34).

Hegzagonal olarak birbirine yakın fosfat iyonlarından oluşan apatit kristali stabil olmakla birlikte çok sayıda iyon değişimine de izin verebilen bir yapıdır (34). Bu yapı içerisindeki bir iyonun farklı boyuttaki bir başka iyon ile yer değiştirmesi birim hücrenin boyutlarını değiştirebilmektedir. Bu nedenle, birim hücre boyutlarının belirlenmesiyle apatit yapının kimyasal kompozisyonu hakkında önemli ipuçları elde etmek mümkün olabilmektedir (35).



Şekil2.3. Hidroksiapatitin yapısı ve hidroksil gruplarının birbirine bağlanması (22).

2.1.5. Mine Yüzeyi ve Üstündeki Oluşumlar

Mine yüzeyine yakın bölgelerde mine prizmalarının ayırt edilemediği ve bu yüzeyel bölgede hidroksiapatit kristallerinin uzun akslarının yüzeye dikey olduğu görülür. Mine yüzeyini yeni sürmüş dişte **Nasmyth Zarı** örter. Nasmyth iki tabakadan oluşur.

- 1- 1µ kalınlığında ameloblastların en son salgıladıkları, ancak mineralize olmamış mine organik matriksinin oluşturduğu tabaka: Bu tabaka fibriller yapıdadır ve katikula adını alır.
- 2- Bu organik matriksin üzerine onu salgılayan ameloblastla (iç mine epiteli) ameloblastların üzerinde dış mine epiteli ve sürme sırasında dişin üzerinde kalmış olan ağız epiteli hücrelerinden oluşan tabaka: Bu tabaka ortalama 9 µ kalınlığındadır. Nasmyth Zarı dişin kullanılmasıyla ortadan kalkar; ancak, koleye yakın

bölgede bir süre daha kalabilir. Fonksiyon gören dişlerde, onun yerini tükürükten kökenini alan gliko-protein-mukopolisakkarit yapılı, bir kazanılmış zar kaplar. Bu kazanılmış zara mine ya da daha doğru bir deyişle “diş dış zarı” adı verilir. Diş dış zarı asit ve alkali maddeleri geçirmez, buna karşılık kalsiyum ve fosfat iyonlarını geçirir (10).

2.1.6. Daimi Diş Minesinin Yapısal Özellikleri

Ağırlık olarak mine dokusu %95 inorganik, %1 organik madde ve %4 sudan oluşur. İnorganik yapının büyük bir bölümü hidroksiapatit kristallerinden, organik yapı ise kollajenden meydana gelir. İnorganik yapı minenin hacimce % 85'ini kaplamaktadır. Kalan kısım su, protein ve lipitten oluşur. Mine dokusunda histolojik olarak prizmatik bir yapı gözlenmektedir. Bu prizmalar silindire benzer şekilde olup, mine dentin sınırından yüzeye doğru uzanırlar. Prizmalar ve kristaller arasındaki interprizmatik aralıkta protein ve lipid, minenin yapısındaki suyla birlikte yer alırlar. Mine dokusu bu özellikleri itibarıyla dentinden daha fazla inorganik madde içerir (36,37). İnorganik yapıyı oluşturan hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) kristallerinin %90'ını kristal kalsiyum fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) oluştururken bunun yanı sıra yapıda (CO_3^{2-}), (F^{-1}), (Mg^{+2}) gibi iyonlar da vardır. Tüm hidroksiapatit kristalleri gibi mine kristalleri de dinamik yapıdadır ve sürekli iyon değişimi söz konusudur. Örneğin (Ca^{+2}) ile (Sr^{+2}); (OH^{-1}) ile (F^{-1}); (PO_3^{-3}) ile (CO_3^{2-}) iyonları ile yer değiştirerek apatitin yapısına katılır. Sodyum ve magnezyum ise kristallerin çevresinde toplanır (38).

2.1.7. Süt Dişi Minesinin Yapısal Özellikleri

Süt dişi minesi morfolojik ve anatomik bakımdan olduğu kadar histolojik bakımdan da daimi dişlerden ayrılır. Süt dişlerinde mine oluşum süreleri daimi dişlerdeki oluşum sürelerinin yarısı kadardır. Bu yüzden, süt dişlerinin mine kalınlıkları, daimi dişlerdekinin yarısı kadardır. Dolayısıyla süt dişleri daimi dişlere göre daha kırılgandır. Süt dişlerinde mine dokusu %92 –

93 inorganik, %4 organik materyalden ve %3 sudan oluşur. Süt dişlerinde iki tip mine vardır. Bunlardan birincisi intrauterin hayatta meydana gelen iç tabaka, ikincisi ise doğumdan hemen sonra meydana gelen dış tabakadır. Prenatal iç tabaka, postnatal dış tabakaya göre daha homojendir. Postnatal tabaka daha fazla kalsifikasyon gösterir ve prizmaların doğrultuları düzensizdir (39).

2.2. Dişlerde Aşınma ve Tipleri

Dişlerdeki aşınmalar çürük haricindeki nedenlerle meydana gelen patolojik diş dokusu kaybıdır (40). Ağız içinde, çürük dışında kronik yıkıcı olayların farklı şekilleri dişleri etkilemektedir. Bu yıkımlar, klinikte aşınmalar olarak karşımıza çıkmaktadır (41). Dental aşınma, dişlerin oklüzyona gelmesinden itibaren fizyolojik boyutlarda görülebilir ve yaşla birlikte aşınma miktarı artış göstermektedir. Aşınma, ancak hastanın yaşına göre beklenenden daha büyük boyutlarda gerçekleştiğinde patolojik olarak kabul edilmektedir (42). Diş sert doku aşınmaları dişhekimliğinde gittikçe artan bir problemdir. Son zamanlarda diş aşınmaları ile ilgili problemlerdeki artışın sebebinin muhtemelen insanların dişlerinin daha uzun süre ağızlarında kalmaları ile aşınmaya maruz kalma süresinin uzamış olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (43). Fakat aşınmanın aynı zamanda adolesan ve çocuklarda da gözlenebildiği unutulmamalıdır. Aşınmaların oluşumunda genelde farklı etkenler rol oynamaktadır. Diş aşınmaları, oluşumunda rol oynayan etkenlere bağlı olarak, atrizyon, erozyon, abfraksiyon, demastikasyon, rezorpsiyon ve abrazyon olarak isimlendirilmektedir.

Dişlerin birbirleriyle olan temasları sonucu oluşan aşınma atrizyon, dişlerin asit ataklarından etkilenecek kimyasal olarak çözünmesi erozyon, aşırı okluzal streslerin etkisiyle servikal bölgede oluşan aşınmalar abfraksiyon, besinlerin çiğnenmesi esnasında karşıt dişlerin arasında kalan gıda artıklarıyla dişlerin aşınması demastikasyon, diş sert dokularının sementoklastik, dentinoklastik ve ameloklastik aktivitelerle biyolojik olarak

ortadan kaldırılması rezorpsiyon, dişlerde fiziksel etkenlerle meydana gelen sert doku kayıpları ise abrazyon olarak tanımlanmaktadır (44,45).

2.2.1.Atrizyon

Atrizyon, Latince 'herhangi bir şey karşısında sürtünme hareketi' anlamına gelen *attere*, *attrivi*, *attritum* kelimelerinden türemiştir. Dental atrizyon veya *attritio dentium* klinik terimi, yabancı bir cisim olmaksızın diş dişle kontağın bir sonucu olarak, diş sert dokularının fizyolojik aşınması olarak tanımlanır (44). Atrizyon, büyük oranda yaşlanma ile ilgilidir. Normal çiğneme fonksiyonunun etkisiyle yavaş ve düzenli olarak meydana gelirse, fizyolojik atrizyon olarak tanımlanır. Eğer hastada yaşına göre normalden daha fazla bir miktarda aşınma varsa, patolojiden bahsedilebilir. Diş malpozisyonları ve kapanış bozukluğu olan hastalarda, prematür kontakların varlığında patolojik atrizyon görülebilir. Bazı parafonksiyonel alışkanlıklar da, patolojik atrizyona yol açabilir. Çiğneme fonksiyonu dışında dişlerin temasa gelmesi, brüksizm olarak isimlendirilmekte ve bu durum patolojik atrizyonun ana nedeni sayılmaktadır (46,47). Bruksizm, okluzal interferenslerin diş sıkma hareketini tetiklemesiyle başlar ve psikolojik faktörlerin etkisiyle uzun süre devam edebilir (48). Atrizyon, dişlerin insizal, okluzal ve proksimal yüzeylerinde yaşlanmaya bağlı olarak gelişir. Atrizyonun erken safhalarında aşınma anterior dişlerin alt, posterior dişlerin bukkal ve okluzal yüzeylerinde iç bükey lezyonlar şeklinde görülür (44,49).

2.2.2. Erozyon

Erozyon, Latince çürümek, yenmek anlamına gelen *erodere*, *erosi*, *erosum* kelimelerinden türemiştir. Genellikle elektrolitik veya kimyasal yollarla bir maddenin yüzeyinin kademeli olarak yıkılması olayını tanımlamaktadır. Dental erozyon, bakteri içermeyen kimyasal bir olay sonucu, diş dokusunda meydana gelen kayıp olarak tanımlanabilir (44,50). Ağız pH'sı diş minesinin kritik pH değeri olan 5.5'in altına düşerse, asit ataklarının süresi ve sıklığına bağlı olarak erozyon gerçekleşir (51). Erozyon, yiyecek ve içeceklerin

kimyasal özellikleri, (şelasyon özellikleri, kalsiyum, fosfat ve florür içeriği), hastaların davranışsal özellikleri (yeme ve içme alışkanlıkları, hayat tarzı, ileri düzeyde asit tüketimi) ve tükürük ve dişin biyolojik yapısı (tükürük akış hızı, tükürüğün tamponlama kapasitesi, pelikül oluşumu, diş sert dokusunun ve yumuşak dokunun anatomisi) tarafından etkilenmektedir (52). Erozyon, etyolojisine göre üç bölümde incelenmektedir. Bunlar, dış kaynaklı (ekstrinsik), iç kaynaklı (intrinsik) ve idiyopatik kökenli yani nedeni tam olarak anlaşılamayan erozyonlardır (44).

Dış kaynaklı erozyon lezyonları, kişinin diyetine, kullandığı ilaçlara, çevresel faktörlere ve yaşam biçimine bağlı olarak meydana gelebilir (53). İç kaynaklı erozyon lezyonlarının en sık görülme nedeni, “regürjitasyon” yani mide asidinin sık aralıklarla ağıza gelmesi ve dişlere temas etmesidir. Bu durum, özellikle gastroözofajial reflü, anoreksia ve bulimia nervosa gibi hastalıklarda görülür (54,55). Bu hastalıklardan başka alkol bağımlılarında ve kronik bulantı şikayeti olan bireylerde de aynı belirtiler görülmektedir (56). Diyetle ilgili olarak gelişen erozyon lezyonları, alt ve üst anterior dişlerin labial yüzeylerinde görülür (57,58,59). Erozyon lezyonlarında erken dönemde pürüzsüz görünüm söz konusu olup, yüzey konturu kaybedilmemiştir. Dişteki kayıp arttıkça, daha az mineralize ve daha çözünür haldeki dentin dokusu açığa çıkmaktadır. Bu tür vakalarda dişlerde hassasiyet gelişmektedir (60). “Gastroözofajial reflü”ye bağlı gelişen erozyon, üst dişlerin palatinal ve okluzal yüzeylerinde ve alt posterior dişlerin bukkal ve okluzal yüzeylerinde iç bükey lezyonlar şeklinde görülür (44,49).

2.2.3. Abfraksiyon

Abfraksiyon terimi, Latince’de kırmak anlamına gelen *frangere*, *fregi*, *fractum* kelimelerinden türemiştir. Dişlerde tüberküller arası esneme hareketine bağlı olarak gelişen servikal lezyonlar, abfraksiyon terimi ile isimlendirilmiştir (61). Abfraksiyon lezyonları, dişlerin biyomekanik kuvvetlerden etkilenmeleri sonucu özellikle servikal bölgelerde meydana gelen aşınmalardır (62,63). Çürüksüz servikal lezyonlar, mine sement

birleşimindeki sert dokunun kaybı ile karakterizedir. Uzun yıllardan bu yana bu lezyonların abrazyon ve/veya erozyonun etkileri sonucu olduğu bilinmektedir. Son yıllarda araştırmacılar, tüberküller arası esneme hareketinin bu tür lezyonlarla ilişkisini gösteren yeni bir teori ortaya atmışlardır (62). Diş esnekliği, okluzal kuvvetler altında lateral veya aksiyel bükülme olarak tanımlanmaktadır. Dişlerde meydana gelen bu esneme, mine ve onu destekleyen dentin dokusunda çatlakların oluşmasına ve doku kaybıyla sonuçlanan hidroksiapatit kristalleri arasındaki bağların yıkılmasına neden olan, çekme ve sıkıştırma kuvvetleri meydana getirir (63,64). Dişlerde görülen abfraksiyon lezyonlarının, dişin uzun aksına yüklenen okluzal kuvvetlerin ekzantrik olarak yayılmasının bir sonucu olduğu düşüncesi (tooth flexure theory) vardır. Bu teoriye göre parafonksiyonel kuvvetler, bir veya birkaç diş güçlü çekme, sıkıştırma ve kesme tipi kuvvetlere maruz bırakmaktadır. Okluzal kuvvetlere bağlı deformasyonlar, servikal bölgelerde çekme ve sıkıştırma kuvvetleri oluştururlar (65). Abfraksiyon lezyonları, genellikle keskin kenarlı, pürüzsüz ve kama şeklinde yüzeyler olarak görülürler (44,62). Bu lezyonlar tek bir dişte oluşabildiği gibi bazen birkaç dişte de gözlenebilir.

2.2.4.Demastikasyon

Besinlerin çiğnenmesi esnasında karşıt dişlerin arasında kalan gıda artıklarıyla dişlerin aşınmasıdır. Aşınma kişinin aldığı yiyeceklerin abrazyv özelliklerinden etkilenerek oluşmaktadır (66). Alınan gıda maddesinin aşındırıcılığı, aşınma derecesini etkilemektedir. Demastikasyon normalde insizal ve oklüzal yüzeyleri etkileyen fizyolojik bir olaydır, ancak bir ya da birkaç yiyeceğin (örn: fındık, buz, çekirdek) aşırı tüketimi ile olduğu zaman patolojik olarak tanımlanır. Hindistan'da sıklıkla tüketilen Betel fındığı ya da benzeri kabuklu gıdaların fazla tüketimine bağlı olarak anormal çiğneme alışkanlığı patolojik olarak kabul edilmektedir. Demastikasyon terimi, abrazyon ve atrizyonun kombinasyonu olarak görülebilir (44,45).

2.2.5.Rezorpsiyon

Diş sert dokularının sementoklastik ve dentinoklastik aktivitelerle biyolojik olarak ortadan kaldırılmasıdır. Süt dişi kök rezorpsiyonundaki gibi fizyolojik kaynaklı olabildiği gibi, travma ve kist gibi faktörlere bağlı olarak patolojik kaynaklı da gerçekleşebilmektedir (44,45). Imfeld (1996), rezorpsiyonun çürük kaynaklı olmayan yıkıcı lezyonlar arasında yer alması gerektiğini bildirmiştir (44).

2.2.6. Abrazyon

Abrazyon, Latince *abradere*, *abrasi*, *abrasum* kelimelerinden türemiştir ve 'kazımak' anlamına gelmektedir. Öğütme, silme veya kazıma gibi mekanik olaylarla, dokunun veya yapının aşınmasını ifade eder. Dental abrazyon veya *abrasio dentium* ise, ağızda dişlerle temas eden yabancı cisimlerin yarattığı aşırı mekanik yük ile oluşan diş sert dokularının patolojik kaybıdır (44). Abrazyonu, dişlerin birbirine temas etmesi dışındaki faktörler nedeniyle diş yapısında ve restorasyonlarda meydana gelen aşınma olarak da tanımlayabiliriz (67). Dental abrazyon, bazı alışkanlıklara ve mesleki özelliklere bağlı olarak gelişebilir (57). Örneğin pipo içenlerin, dişleriyle kuruyemiş veya fındık kıranların, tırnak yeme alışkanlığı olan kişilerin dişlerinde insizal kenarlarda aşınma görülebilir. Marangozlar, terziler ve müzisyenler de mesleki özellikleri nedeniyle dişlerinde en fazla aşınma görülen kişiler arasında yer alırlar (58). Dental abrazyonun servikal bölgelerde en sık görülme nedeni diş fırçalama ve bununla ilişkili faktörlerdir. Yapılan epidemiyolojik çalışmalarda da, servikal abrazyon lezyonlarının oluşumu diş fırçalama ve bununla ilgili faktörlere bağlanmaktadır (51,68,69). Diş fırçalama işlemi sırasında, hastaya ve diş fırçalamak için kullanılan materyallere ilişkin bazı değişkenlerin, abrazyonun yaygınlığına etki ettiği bilinmektedir (51). Bu değişkenler diş dokusundaki aşınmayı artırmaktadır (70).

I) Hastaya ilişkin değişkenler:

- a) Diş fırçalama yöntemleri
- b) Diş fırçalama kuvveti
- c) Diş fırçalamaya harcanan süre
- d) Diş fırçalama sıklığı
- e) Diş fırçalamanın başlatıldığı bölge ve dişlerin dental arkta ki pozisyonları

II) Kullanılan materyallere ilişkin değişkenler:

- a) Diş fırçasının şekli ve kıl sertliği
- b) Kullanılan diş macununun aşındırıcı özelliğı ve miktarı

I. Hastaya ilişkin Değişkenler

a) *Diş Fırçalama Yöntemleri:* Diş fırçalama tekniklerinde diş yüzeyinin fırça ile ilişkisi farklı şekilde olabilmektedir. Bergström ve Lavedst (1979) adlı araştırmacılar diş fırçalamanın dairesel teknikle ya da vertikal yönde titreşim hareketleriyle yapılmasını önermişlerdir (69).

b) *Diş Fırçalama Kuvveti:* Servikal abrazyon lezyonlarının oluşumunda fırçalama kuvveti önem taşımaktadır. Fırçanın aşırı kuvvetle uygulandığı bölgelerde aşınmaya rastlanır. Bu durum dental arkın bazı bölgelerinde daha belirgin izlenebilir. Premolar dişlerin daha sık etkilenmesinin nedeni, fırçalama kuvvetlerinin direkt olarak en fazla bu dişlere gelmesidir (51). Birçok deneysel ve klinik çalışma, fırçalama işlemi sırasında uygulanan aşırı kuvvetin diş fırçası abrazyonunda etkili rol oynadığını göstermiştir (65,71). Ancak diş fırçalama kuvveti ile dental plağın dişten uzaklaştırılması arasında herhangi bir ilişki bulunmamıştır. Bu da, fazla kuvvet uygulanması ile diş fırçalamanın etkinliği arasında bir bağ olmadığını göstermektedir (72).

c) *Diş Fırçalamaya Harcanan Süre:* Ağız içinde bütün diş yüzeyleri eşit sürede fırçalanmamaktadır. Bazı dişler diğerlerine göre daha uzun süre

fırçalanırlar ki bu durumdan en çok etkilenen dişler premolar ve kaninlerdir (73).

d) *Diş Fırçalama Sıklığı*: Yapılan çalışmalarda, diş fırçalama sıklığının ve dişle fırça arasındaki temas süresinin aşınma derecesini etkilediği gösterilmiştir (69,74). Günde iki defadan fazla diş fırçalamanın, abrazyon lezyonlarının oluşmasında etkili olabileceği düşünülmektedir. İyi bir oral hijyene sahip yaşlı bireylerde, derin aşınma lezyonlarının görülme nedeninin fırçalama sıklığıyla ilgili olduğu söylenebilir. Sonuç olarak, abrazyon lezyonlarının görülme sıklığının yüksek olması diş fırçalama sıklığının fazla olmasıyla bağlantılıdır (51).

e) *Diş fırçalamanın başlatıldığı bölge ve dişlerin dental arktaki pozisyonları*: Lezyonların daha çok ağzın sol tarafında görülme eğiliminin nedeni, toplumda sağ elini kullanan kişilerin baskın olmasındandır. Sağ elini kullanan kişiler fırçalama işlemine doğal olarak ağzın sol tarafından başlarlar. Yapılan çalışmalarda dişlerin dental arktaki pozisyonlarının abrazyon lezyonları ile ilişkili olduğu gösterilmiştir, eğer dişler arkın önünde konumlanmışlarsa travma ve aşınmaya daha fazla maruz kalmaktadırlar (75,76).

II.Kullanılan materyale ilişkin değişkenler

a) *Diş Fırçasının Şekli ve Kıl Sertliği*: Diş fırçaları, kılların yapıldıkları materyalin tipi, sertliği, boyutları ve fırça başındaki yerleşimlerine bağlı olarak sayısız varyasyon gösterebilirler. İngiltere Standartlar Enstitüsü, diş fırçalarının kıllarını yumuşak, orta sertlikte ve sert olarak sınıflandırmıştır (77). Yeni geliştirilen diş fırçalarında kıllar boyut olarak ve yerleşim açısından farklı şekillerde kombine edilmişlerdir. Ayrıca fırçanın boyun ve baş açıları ve sapının şekli de değişebilir. Fırça kılları ve diş macunu arasındaki etkileşim de çok önem taşımaktadır. Sert bir fırça yumuşak olana göre standart bir macunla birlikte kullanıldığında daha aşındırıcıdır.

b) *Diş macunlarının aşındırıcı özelliği*: Yemeklerden sonra diş fırçalamanın ağız sağlığını muhafaza etmede faydalı olduğu genel olarak

kabul görmektedir (78). Fırçalama işlemi genellikle abraziv içerikli diş macunları kullanılarak yapılmaktadır (78). Abraziv içerikli bir diş macunu kullanılarak fırçalama yapıldığında ve diğer taraftan yaşlanmayla birlikte sağlıklı mine yüzeyi üzerinde fırça çizikleri veya mikro aşınma oluşmaktadır (78). Diş macunlarının içeriğinde bulunan deterjan ve aşındırıcılar dişte madde kaybına neden olurlar. Diş macunlarında bulunan aşındırıcılar, bakteriyal plağın hızlı ve etkin şekilde diştten uzaklaştırılmasında, bunun yanı sıra dişlerde meydana gelen renklenmelerin giderilmesinde önem taşırlar (79). Ayrıca diş macunu kullanımı, fırçalama süresini oldukça azaltmaktadır. Bununla birlikte diş macunu, su yada ağız sıvılarıyla yumuşatılmadan önce daha fazla aşınmaya neden olabilmektedir. Bu görüş doğrultusunda, bireylere dişlerini fırçalamaya, dişlerin okluzal yüzeylerinden başlamaları önerilmektedir. Böylece diş macununun aşındırıcı etkisinden servikal bölgeler daha az etkilenirler. Abrasyon lezyonları, klinikte dişlerin insizal, okluzal ve servikal yüzeylerinde kama ve çanak şeklinde pürüzsüz ve parlak yüzeyler olarak gözlenirler. Servikal bölgelerde görülen kama şeklindeki lezyonlar dişetine paralel olarak uzanırlar (74). Bu lezyonlar genellikle üst kanin ve premolar dişlerin bukkal yüzeylerinde gözlenmektedir (80). Bazı araştırmacılar, abrasyon lezyonlarının oluşumunda dental erozyonun da etkili olabileceğini öne sürmüşlerdir (57,81). Yapılan çalışmalarda, asit ataklarına ve diş fırçası abrasyonuna birlikte maruz kalan dişlerde, mine dokusunun aşınmaya karşı direnme oranı ile remineralizasyon arasındaki ilişki incelendiğinde, olaylar arasında bırakılan bir saatlik sürenin dişlerin diş fırçasının aşındırıcı etkisinden korunması için gerekli olduğu ve remineralizasyona izin verdiği görülmüştür (82).

2.3. Yüzey Mikrosertlik Ölçümü

Sertlik ölçümü, uygulanan kuvvet ve gözlenen değişimlere göre makro, mikro veya nano dereceli olarak tanımlanabilir. Materyaller ince bir mikro yapıya sahip olduklarında, yüzey özelliklerini tanımlamak için Knoop ve Vicker's gibi mikrosertlik ölçümleri yapılmaktadır (83). Mikrosertlik testleri,

belli zaman süresince yük altındaki statik bir mikro elmas ucun test edilen materyal yüzeyine kuvvet uygulanmasından oluşur. Yük kaldırıldıktan sonra bu işlemde elde edilen çok küçük izdüşümü uzunluğu bir mikroskop ile ölçülmektedir (84).

2.3.1. Vicker's Mikrosertlik Ölçüm Yöntemi

Vicker's testinde elmas tabanlı bir piramit kullanılır. Bu piramidin yüzeyleri arasındaki açı 136° 'dir. Buradaki çökme dairesel olmayıp, kare şeklinde olmasına rağmen Vicker's Sertlik Numarası (VSN) (Vicker's Hardness Number-VHN) uygulanan yükü çökme alanına bölmek suretiyle bulunur. Bu test kırılğan malzemelerin sertliğinin ölçülmesinde kullanılabilir, fakat elastik malzemelerin sertliğinin ölçülmesinde uygun bir yöntem değildir (85). Bu test yöntemi, sertliği ölçülen materyalin yüzeyine, tabanı kare olan piramit şeklindeki ucun, belirli bir yük ile uygulanması ve yük kaldırıldıktan sonra meydana gelen izin köşegenlerin ölçülmesinden ibarettir. Ölçüm, cihaza ilave edilmiş bir mikroskop yardımı ile yapılır.

Mikroskop üzerindeki iki paralel çizgi piramidin köşelerine teğet şekilde ayarlanır. Mikroskopta alt-üst köşenin ve sağ-sol köşenin ölçümleri ayrı ayrı yapılır ve elde edilen değerlerin ortalaması alınır (83).

Vicker's sertlik değeri (VHN = Vicker's Hardness Number), piramit şeklindeki dalıcı ucun, belirli bir yük altında ve belirli bir süre uygulanması ile malzeme yüzeyinde meydana getirdiği izin büyüklüğü ile ilgili bir değerdir. Kilogram (Kg) ile ifade edilen test yükünün mm^2 ile ifade edilen iz alanına bölümü ile elde edilir. Formülü $\text{VHN} = 1,854 \times \text{kuvvet} / (\text{taban köşegeni})^2$ olarak tanımlanır. Elde edilen iz alanı ne kadar küçük olursa Vicker's sertlik değeri o kadar büyük olur ve materyalin daha sert olduğunu gösterir (83).

Bu testte elde edilen değerler doğru ve güvenilir, kullanılan elmas uç zamanla bozulmamaktadır ve tüm sert materyaller için kullanılabilir. Diş dokularının ve kırılğan materyallerin sertliklerinin test edilmesi için uygun olduğu bildirilmektedir. Ancak test örneklerinin alt ve üst yüzeyleri yük bindiğinde örneğin hareket etmesini ve kaymasını engellemek

amacıyla düz olmalıdır. Test örneğinin kalınlığının, piramitin ucunun örneğin diğer yüzünde bir çıkıntı meydana getirmeyecek şekilde kalın olması gerekmektedir (83).

2.4. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü

Yüzey pürüzlülüğü materyal yüzeyinin 2 boyutlu parametresidir. Profilometre adı verilen özel bir cihazla ölçülebilir. Bu cihaz, yüzey pürüzlülüğü ile ilgili değerleri rakamsal olarak verebilmektedir. Bu değerlerden Ra belirli bir ölçüm mesafesinde, tüm yüzey düzensizliklerinin (yükseklik ve derinliklerinin) mutlak toplamalarının aritmetik ortalamasını ifade etmektedir. Rmax, belirli mesafedeki en yüksek ve en derin noktalar arası mesafeyi; Rz ise, bu mesafedeki birbirini izleyen 5 maksimum yükseklik ve derinliğin ortalamasını ifade etmektedir. Yüzey pürüzlülüğü çoğunlukla aritmetik ortalama pürüzlülük (Ra) olarak ifade edilir. Ra değerinin 0.2#8217 µm'den düşük olduğu durumlarda daha fazla plak birikiminin beklenmeyeceği bildirilmiştir (85).

2.5. Diş Macunları

Diş macunu tüm dünyada, ağız hijyeninin sağlanmasında ve ağız sağlığının iyileştirilmesinde önemli bir rol üstlenmiştir. Diş macunu, dişlerin ulaşılabilir yüzeylerinin temizlenmesi amacıyla diş fırçası ile birlikte kullanılan madde olarak tanımlanmaktadır (86,87). Diş sağlığının korunmasında önemli rolü olan diş macunları uzun yıllardır kullanılmaktadır. Bugün çeşitli toplumlardaki insanların çoğu, dişlerini estetik yönden daha güzel görünmesi için fırçalamaktadır. Diş fırçalamada ilk amacın kozmetik olduğu kabul edilmektedir. Ön dişlerin arka dişlerden daha dikkatli fırçalanması, bu dişlerin kolay fırçalanmasından değil, ayrıca görünen dişler olmasındandır (2).

Dişhekimliği bilimleri bu gerçekleri görerek 1965-70 yıllarından itibaren diş macunlarının içine çeşitli tedavi edici maddeler ilave etmeye başlamıştır. İnsanlar dişlerini kozmetik amaçla zorunlu olarak fırçalıyorlarsa diş

yüzeylerine koruyucu veya tedavi amaçlı bir madde ulaştırılacaksa, burada en iyi yol diş macunundan yararlanmaktır (2). Diş macunları kozmetik veya tedavi edici ürünler olarak satılmakta ve piyasada toz, macun ve jel formunda bulunmaktadır. Günümüzde tedavi amaçlı kullanılan diş macunları genellikle, çürük önleyici olarak, gingivitis ve dentin hassasiyeti tedavilerinde kullanılmak üzere üretilmektedirler (86).

İyi bir diş macununda aranan özellikler kısaca şunlardır:

- a) Diş yüzeyindeki pelikül ve bakteri plağını gidermeli (bu işler esnasında mine ve dentine zarar vermemeli)
- b) İyi bir temizleme yapmalı
- c) Yumuşak partiküllü bir aşındırıcıya sahip olmalı,
- d) Ağız mukozasına iritan etki göstermemeli,
- e) Tüm bileşenleri zararsız olmalı,
- f) Çürük önleyici etkisi olmalı,
- g) Stabil olmalı,
- h) Higroskopik olmalı,
- i) Ağıza serinlik vermeli ve ferahlatan tat ve kokuda olmalı,
- j) Ağız ve dişlerden kolay temizlenebilmeli,
- k) Homojen, akıcı, parlak olmalı,
- l) Uygun fiyatta olmalıdır (2).

2.5.1. Diş Macunlarının İçerikleri

Her diş macununun içeriği üretici firmaya göre değişkenlik göstermektedir. Ancak birçok diş macununun formülünde aynı tipte ajanlar yer almaktadır. Genel olarak bir diş macununun içeriğini nemlendiriciler, su, mekanik temizleyiciler, bağlayıcı ajanlar, yüzey aktif ajanlar, tatlandırıcılar, koruyucular ve tedavi edici aktif ajanlar oluşturmaktadır (3).

Nemlendiriciler: Nemlendiriciler, diş macunu havaya maruz kaldığında yapısındaki su kaybını önlemek amacıyla kullanılmaktadır ve formüle %5-45 oranında katılmaktadır (3,86).

Diş macunu uzun süre havaya maruz kaldığında zaman içerisinde katı maddeler çöker ve su buharlaşır. Bu durum geriye kalan macunun sertleşmesine yol açar. 1930'lara kadar çoğu diş macununun raf ömrü bu problem nedeniyle kısa olmuştur. Tüp açıldığında ilk çıkan macun son derece sıvı olup geriye kalan son macun ise tüpten çıkarılamayacak kadar katıdır. Bu problemi çözmek amacıyla formüle nemlendiriciler eklenmiştir (88). Bu amaçla en sık sorbitol, mannitol ve propilen glikol kullanılmaktadır. Bu ajanlar non-toksiktir, ancak varlıklarında küf veya bakteri üremesi oluşabilmektedir. Bu nedenle sodyum benzoat gibi koruyucular ilave edilmiştir (86).

Yüzey Aktif Ajanlar: Yüzey gerilimini düşüren aktif yüzeyli ajanlar diş macunlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Yüzey aktif maddeler yemek artıklarının uzaklaştırılmasını kolaylaştıran köpürmeyi sağlar ve ürünün ağız içinde dağılmasına yardım eder ancak tek başlarına dental plağı kaldıramazlar (3,88).

Diş macunları temel olarak dişleri temizlemek amacıyla üretildiği için ilk olarak sabun, yüzey aktif ajan olarak seçilmiştir. Diş fırçasının kılları gıda debris ve plağı yerinden oynatırken sabunun köpük oluşturma ve kayganlaştırma özelliği bu materyalin uzaklaştırılmasında rol oynamaktadır. Sabunların birçok dezavantajı vardır: muköz membranı irrite edebilmektedir, tadını maskeleyen zordur ve sıklıkla bulantıya sebep olmaktadır ve sabunlar kalsiyum gibi diğer macun bileşenleri ile kimyasal olarak uyum göstermemektedir (86). Günümüzde yumuşak sentetik deterjanlar daha iyi tat, köpük ve ürünün stabilitesini sağlamak için kullanılmaktadır. Bütün büyük üreticiler tarafından en yaygın kullanılan deterjanlar sodyum lauril sülfat (SLS) ve N-lauril sarkosinattır (3,87). Bu ajanlar daha uyumlu olmaları nedeniyle sabunların yerini büyük ölçüde almıştır (87). SLS sahip olduğu düşük yüzey gerilimi özelliğiyle macunun dişler üzerine akışını kolaylaştırmaktadır. SLS nötral pH'da aktif olmakta, tadı kolaylıkla

maskelenebilmekte ve macunun içeriğindeki diğer maddelerle uyum göstermektedir (86,88).

Mekanik Temizleyiciler (Abrazivler, Parlaticılar): Diş macunlarında kullanılan abrazivler genellikle çözünür olmayan inorganik tuzlardır. Sıklıkla çözünmez inorganik tuz formundaki aşındırıcılar diş macununun %30-50'sini oluşturur (89). Kalsiyum karbonat ve kalsiyum fosfatlar önceleri en sık kullanılan abrazivler olup, dikalsiyum fosfat, çözünmeyen sodyum metafosfat, kalsiyum pirofosfat ve kalsiyum ortofosfat gibi fosfat tuzlarını içermektedir. Bu ajanlar sıklıkla florid ile ters reaksiyona girerek floridin etkisini azaltmaktadır. Diğer abrazivler ise kalsiyum ve magnezyum karbonatlar, hidrate alüminyum oksitler, çeşitli silikalardır. Yeni silikalar, silikon oksitler ve alüminyum oksitler diş macunları formüllerinin içerisine ilave edilmekte, daha etkin oldukları iddia edilmektedir (90).

Abrasyon ile yüzeyi aşındırırken, parlaticı ajanlar ile kaygan, temiz bir yüzey elde edilinceye kadar temizliği sağlarlar. Abrazivin sertliği ve partiküllerin keskinliği arttıkça, karışımın pH'sı azaldıkça, dişin yüzeyi daha fazla aşınır (91). Abraziv ajan çok dikkatli seçilmelidir, böylece mineye veya alttaki daha yumuşak olan dentine zarar vermeden veya çizmeden temizleyebilmeli ve parlatabilmelidir (92). Unutulmaması gereken bir nokta da, diş macununun içerdiği diğer içeriklerin macunun aşındırıcı özelliğini değiştirebilmesidir. Aynı aşındırıcı ajanı içeren diş macunların farklı aşındırma gücüne sahip olduğu ve bunda da yüzeyde aktif olan diğer içeriklerin önemli bir rolü olduğu gerçektir (91).

Bağlayıcı, Koyulaştırıcı veya Yoğunlaştırıcı Ajanlar: Bağlayıcı veya koyulaştırıcı ajanlar, diş macunu formülasyonunu stabilize ederek sıvı ve katı fazların ayrılmasını önlemek amacıyla kullanılmakta aynı zamanda da macunun ağızda kolay dağılımını etkilemektedir (88). Bu ajanlar, hidrofilik kolloidal özelliklere sahip olan doğal sakızlar, ağaç sakızı ve karaya sakız, sodyum aljinat gibi deniz yosunu kolloidleri, metil selüloz gibi sentetik selülozlar ve bentonit gibi mineral kolloidlerdir (88,90). Bağlayıcı veya koyulaştırıcı ajanlar %0,5-2,5 oranında kullanılmaktadır. Doğru bağlayıcıyı ve

doğru konsantrasyonu seçimi, ürünün tüpten rahatlıkla sıkılabilmesini ve fırça üzerine konduğunda iyi bir görünüm sergilemesini sağlar (89).

Tatlandırıcılar: Bir diş macununun aroma, koku, renk ve dayanıklılığı toplum tarafından tercih edilmesini sağlayan önemli karakteristiklerdir. Aromanın kabul edilebilir olması için hoş olması, hemen ağızda dağılması ve etkisinin uzun sürmesi gerekmektedir. Arzu edilen tadın elde edilmesi için genellikle sentetik aromalar harmanlanmaktadır. Tatlı nane, acı nane, tarçın ve diğer aromalar diş macununa hoş ve ferahlatıcı bir tat vermektedir. Bazı üreticiler timol, mentol vb. yağlar ekleyerek ürüne ilacımsı bir tat vermekte ve bu yağlar antibakteriyel etkilere katkıda bulunmaktadır (86,88).

İlk diş macunu formüllerinde şeker, bal ve diğer tatlandırıcılar kullanılmıştır. Bu materyaller ağızda yıkıma uğrayarak asit oluşumu ve düşük plak pH'ına yol açacağı için çürüğe neden olmaktadır. Bunların yerini temel karyojenik olmayan tatlandırıcı ajanlar olan sakarin, siklamat, sorbitol ve mannitol almıştır. Sorbitol ve mannitol tatlandırıcı ve nemlendirici olarak ikili etkiye sahiptir. Aynı zamanda nemlendirici olarak da görev alan gliserinin tatlandırıcı etkisi vardır. Bazı diş macunlarında kullanılan yeni bir tatlandırıcı da xylitoldür. Laboratuar çalışmalarında xylitolün bakteriler tarafından metabolize edilemediği ve bu nedenle asit oluşumuna yol açmadığı gösterilmiştir. İnsan çalışmalarında sakızlara ve yiyeceklere ilave edildiğinde xylitolün karyojenik olmadığı ortaya konmuştur. Ek olarak başlangıç çürük lezyonlarının remineralizasyonunu teşvik etme yoluyla çürük önleyici etkinliğe de sahip olduğu gösterilmiştir (86).

Diğer Malzemeler: Diğer malzemeler ürünün görünüşünü daha beyaz kılmak için katılan titanyum dioksitli ve mikroorganizmaların macun içinde üremesini engellemek için kullanılan benzoatlar gibi koruyucular içerir (3).

Tedavi Edici Ajanlar: Diş macunları içerisine çeşitli terapötik maddeler ilave edilmektedir. Bu ajanları içeren diş macunları yedi grupta incelenmektedir (93).

- 1- Çürük önlemeye yönelik olan diş macunları
- 2- Diştaşı oluşumunu önlemeye yönelik olan diş macunları

- 3- Dişleri beyazlatmaya yönelik olan diş macunları
- 4- Ağız kokusunu gidermeye yönelik olan diş macunları
- 5- Erozyon önlemeye yardımcı diş macunları
- 6- Dentin hassasiyetini gidermeye yönelik olan diş macunları
- 7- Bakteri çoğalmasını ve plak oluşumunu önlemeye yönelik olan diş macunları

2.5.2. Çürük Önlemeye Yönelik Olan Diş Macunları

Diş sert dokusu, remineralizasyon ve demineralizasyon süreçlerine bir döngü içinde uğrar. Bu dengenin bozulup, demineralizasyonun arttığı olgularda çürük meydana gelir. Diş çürüğü, mikroorganizmaların ürettikleri asit nedeniyle oluşan mineral kaybıdır (94).

Diş çürüğünü önlemek amacıyla diş macunlarına ilave edilen terapötik ajanların başında fluorür (fluorid) gelmektedir (2). Bugün diş macunlarının pek çoğunda fluoridler bulunmaktadır. Diş macunları yoluyla topikal florlama diş fırçalama gerektirdiğinden, işlem en azından bir dereceye kadar plak kontrolü ile sonuçlanmaktadır. Plak tamamen kaldırılmamış olsa bile plak içindeki patojenik bakterilerin gelişmesi kontrol altına alınacak ve bu işlem periodontal hastalık riskini azaltacaktır (88). Diş macunları içerisindeki abraziv bileşiklerin diş yüzeyi ile kısa süreli etkileşmesi floridin salınımını etkilememelidir. Günümüzde, floridli diş macunlarından bahsederken muhakkak florid ile birlikte kullanılan aşındırıcı madde belirtilir veya belirtilmesi gerekir. Kalsiyum karbonat veya dikalsiyum fosfatın floridli diş macunlarında abraziv olarak kullanılması ile çözünürlüğü çok az olan kalsiyum florid oluşur, bu madde çözünmez ve bu durumda macunun çürük önleyici etkisi kaybolur veya büyük oranda azalır (88).

Flor: Bin sekiz yüz seksen altıda Henri Moissan tarafından keşfedilen flor elementi adını Türkçede “akmak” (to flow) demek olan, Latince “fluere” sözcüğünden almıştır. Saf flor elementi korozyif, mat yeşilimsi-sarı renkte bir gazdır. Bilinen en reaktif elementlerden olup, oksijen ve asal gazlar dışında

tüm elementlerle florür bileşiklerini oluşturur; birçok organik ve inorganik madde ile reaksiyona girer. En önemli mineral florid ya da florspati (florspar) denilen kalsiyum florür (CaF_2)'dür. Florun, florspar (CaF_2), kriyolit (Na_3AlF_6) ve florapatit [$\text{Ca}_{10}\text{F}_2(\text{PO}_4)_6$] gibi bileşiklerin su ortamında çözünmesi ile sulara (-1) değerlikli iyon halinde bulunduğu bildirilmiştir (95).

Yüzeysel sulara florür iyonunun yoğunluğu genelde 0.01-0.3 ppm (mg/L) arasındadır. Yeraltı sularındaki florür iyonu yoğunluğu akiferin jeolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerine, toprak ve kayaların porozite ve asiditesine, sıcaklığa, diğer kimyasal elementlerin hareketine ve kuyuların derinliğine bağlıdır. Yeraltı sularında, florür iyonuna 1 mg/L'den az olan konsantrasyonlardan 48 mg/L'ye konsantrasyonlara kadar rastlanmıştır. Çevredeki florür iyonu yüksek konsantrasyonda florür içeren gübre, tuğla, çimento, elektronik, cam, alüminyum, demir çelik gibi endüstrilerin atık sularından kaynaklanmaktadır. Deniz suyunda bulunması nedeniyle balık ve diğer deniz ürünleri flor açısından zengin kaynaklardır. Sert sulara flor yüksektir. Çay, bitkiler içerisinde en fazla flor bulundurandır. Bir fincan çay 0,10-0,12 mg flor sağlar. Diğer bitkiler de yetiştikleri toprağın özelliğine bağlı olarak değişik miktarlarda flor içermektedirler. Et, sakatat (karaciğer, böbrek), ıspanak, elma, yumurta, tavuk, pirinç, yulafta flor vardır. Diş ve kemik yapısında toplam 2-3 g flor bulunur. Kanda 100 ml'de 0.3 mg kadar flor vardır (95).

Diş sağlığında florun yeri: Diş çürüğü temelinde kalıtsal, çevresel etkenler, tükürük yapısı, diş sağlığına önem verilmemesi gibi nedenler yatar. Erken çocukluk çağı çürükleri, diş çürüklerinin % 5'inden sorumludur. Diş çürüğüne yol açan ana nedenlerin başında *Streptococcus mutans* ve uygunsuz beslenme olduğu, bu bakterinin, sıklıkla anneden çocuğa geçtiği bilinmektedir. Bunun için kritik dönem 6-31 aylar arasındadır. Bu nedenle, annenin ağız florasını düzenleyecek yaklaşımların diş çürüğü yaygınlığını dolaylı olarak azalttığı öne sürülmektedir (96).

Florun, özellikle çürükten korunma açısından dişlerin sürme öncesi ve sürme sonrası döneminde diş dokusuna ve plak oluşumuna çok önemli

etkileri mevcuttur (97). Dişlerin sürme öncesi diş dokusuna etkisi sistemik uygulamalarla meydana gelirken, diğer etkiler ya topikal uygulamalarla ya da sistemik uygulamaların topikal etkisi sonucu oluşmaktadır. Sistemik olarak verilen florun diş oluşumu sırasındaki etkisi dişin sağlıklı gelişmesini, iyi mineralize olmasını sağlamaktadır ve bu şekilde diş dokusu çürüklere daha dayanıklı hale gelmektedir (97). Topikal flor uygulamaları ise, çürükten korunmak ve çürüğü kontrol altına almak amacıyla diş hekimleri tarafından kullanılan güvenli ve etkili bir yöntemdir (98,99). Florun çürükten koruyucu etkisi, minerde remineralizasyon gerçekleştirmesi ve bakteri metabolizmasını değiştirmesi sonucu meydana gelmektedir (100). Dişlerin hergün flor içeren bir diş macunu ile fırçalanması ile etkili bir korunma sağlanabilmektedir (101).

Fluoridin diş çürüklerinden korunmada kullanımı: Diş çürüklerinin önlenmesinde ve kontrolünde en etkili yöntemlerden birinin flor uygulaması olduğu belirtilmiştir. Flor, ilerleyici bir biçimde diş minesiyile birleşmesi nedeniyle, mine dış tabakalarının sertleşmesine, yapılarının ve bileşimlerinin değişmesine yol açar. Minenin demineralizasyon sürecini inhibe ederek remineralizasyonunun, çürümeye yol açan maddelere karşı direncinin artmasını sağlamakta, plaktaki asit üretimini azaltmaktadır (102). Su kaynaklarında florlamanın yapılmadığı ve içme suyundaki florür düzeyinin 0.7 ppm'in altında olduğu durumlarda flor uygulaması önerilmektedir. Yüksek riskli bebeklerin çevreden aldıkları flor da göz önüne alınarak uygun flor desteği verilebilir. Anne babasında her kadranda çürük, dolgu ya da kayıp diş bulunan bebekler yüksek riskli kabul edilirler.

Günümüzdeki flor araştırmalarında, dişlerin sürmesinden önce alınan sistemik florun etkisinden çok, dişlerin sürmesinden sonra ağız içine uygulanan topikal florun dişlerin oluşumu ve mineralizasyonu sırasında mine apatit kristali yapısına girerek mine yapısını güçlendirdiği, ancak floridden zengin mine yüzeyinin zamanla yavaş yavaş kaybolabilmesi nedeniyle, diş çürüklerine karşı sürekli ya da uzun süreli bir direnç sağlamadığı vurgulanmıştır. Fluoridin çürük önleme mekanizmasına ilişkin güncel görüşler, lokal uygulamalar sonrasında plak sıvısında yer alan fluoridin minenin demineralizasyonunu yavaşlattığı ve presipitasyon fazını

desteklediği yönündedir; ayrıca lokal florid uygulamalarıyla diş yüzeyinde kalsiyum florid kristallerinin oluştuğu, pH düştüğündeyse bu kristallerin erimesiyle ortama salınan floridin çürük atağını kontrol ettiği belirtilmiştir. Bu şekilde, kalsiyum florid kristalleri, pH kontrolünü sağlayan bir florid salınım sistemi olarak tanımlanmıştır. Son olarak, florid, dişin taç kısmının morfolojisini etkileyerek çukur ve fissürleri sağlamlaştırır. Lokal olarak uygulanan floridin çürük önlemede etkin bir rol oynadığı saptandığından uygulanması ve remineralizasyonu sağlayacak yeterli düzeyde floridin mine-plak yüzeyinde bulunmasının sağlanması gerektiği belirtilmiştir (103). Diş macunları içinde bulunan floridler çok farklı bileşikler halinde olabilmektedir.

1. Amin Florid: Amin florid organik bir florittir ve inorganiklerden daha üstün antibakteriyel özellikleri vardır. Ancak bu macunda tat sorunu ve toksikasyon olasılığı yaygın kullanımını önlemektedir (104).

2. Asitlendirilmiş Fosfat Florid: Düşük pH'a bağlı tat sorunu ve asitlendirilmiş fosfat floridin uzun süre macun içinde stabil olamaması kullanımını ortadan kaldırmıştır (104).

3. Sodyum Monoflorofosfat (SMFP): Bu maddenin diğer florid bileşiklerinden farkı, tüm diğer bileşiklerde floridin iyonik bağlı olmasına rağmen SMFP'ye kovalent bağlı olmasıdır. Bu SMFP'nin kalsiyumlu bileşikler dahil tüm aşındırıcılarla kolaylıkla kullanılmasına olanak sağlar (104).

4. Sodyum Florid (NAF): NaF ile kullanılan ilk formülasyonlar kalsiyum katkılı aşındırıcılardır. Kalsiyum, florid ile reaksiyona girip onu etkisiz hale getirmekteydi. 1970'li yılların sonlarında silika teknolojisinin floridlerle son derece uyumlu olduğu ispatlanmıştır. 1982'de NaF ile tam uyumlu olan silika aşındırıcılı diş macunları ve hazırlanmış ürünler üretilmeye başlamıştır (87).

5. Kalay Florid (SnF_2): NaF'nin aksine kalsiyum bazlı aşındırıcılar ile birlikte kullanılabilen SnF_2 , çürük, patojen bakteri, plak, gingivitis ve hassasiyet oluşumuna karşı koruma sağlamak amacıyla diş macunlarına eklenmektedir (105). Diğer taraftan SnF_2 'nin tadının kötü olması ve dişler üzerinde lekeler bırakabilmesi zamanla piyasadan bu tip macunların çekilmesine yol açmıştır (104). Bu sorun SnF_2 'nin çoklu faydalarından

yararlanılabilmesi amacı ile SnF_2 'nin stabilize edilmesiyle çözülmeye çalışılmış ve başarılı olunmuştur. Günümüzde stabilize SnF_2 içerikli diş macunları piyasada bulunmaktadır (105).

2.5.3. Dentin Hassasiyetini Gidermeye Yönelik Olan Diş Macunları

Dentin duyarlılığı dışarıdan gelen etkenler sonucu dentin lenfinin hareketi sonucu pulpadaki sinir uçlarının uyarılması ile oluşur. Dentin duyarlılığını önlemek için yapılacaklar:

a) Uyaranların dentin yüzeyine ulaşmasını önlemek: Bu konu üzerinde oldukça uzun süre çalışılmış ve dentin yüzeyine hidrofob karakterli maddeler uygulanmıştır. Bilindiği gibi hidrofob karakterli maddeler suyu iterler. Uyaranlar da genellikle su (tükürük) ile taşındıkları için dentin yüzeyine ulaşamazlar. Ancak bu maddelerden yararlanılarak bir diş macunu üretmek mümkün olamamıştır (2).

b) Dentin yüzeyini kapatmak: Bu fikir başarılı olmuştur. İlk olarak %10 SrCl_2 (stronsiyum klorür) taşıyan diş macunları piyasaya sürülmüştür. Bunlar gerçekten dentin duyarlılığını azaltırlar, ancak başarı için uzun süreli kullanımı (3-6 ay) gerekir, ayrıca tadları hastalar tarafından beğenilmemektedir. Stronsiyum element olarak kalsiyuma çok benzer ve organizmada kalsiyumun yerine geçebilir. Buradan yola çıkarak kalsiyum-stronsiyum apatit çökeltisi yaratılmaya çalışılmıştır. Amaç dentin kanallarının ağzını kapatmaktır. Ancak etki mekanizması kesin değildir. Aynı amaçla florürlü preparatlar da kullanılmaktadırlar (2).

c) Pulpadaki sinirlerin olayı algılamasını veya ağrı iletimini durdurmak: Son yıllarda yeni gelişmelerle dentin duyarlılığı önlenmeye çalışılmaktadır. Burada potasyum klorürden (KCl) yararlanılmaktadır. Bilindiği gibi potasyum organizma için önemli elementlerden biridir ve potasyumun pulpanın duyu sinirlerini depolarize ettiği ve bu yolla ağrı iletimini durdurduğu gösterilmiştir. Böylece potasyum potansiyel sinir iletiminin başlamasını bloke etmektedir ve dışarıdan gelen etkenler dentin lenfini harekete geçirse bile ağrı iletimi durdurulabilmektedir. Buradan hareketle dentin duyarlılığını

azaltmak için KCl taşıyan diş macunları üretilmektedir. Bunların içine çürük önleyici etken olarak fluorürler de ilave edilmektedir. Araştırmacılar diş macununun gerçekten başarılı olabildiğini göstermektedir. Tabiki bunların da uzun süreli kullanımı gerekmektedir (2).

2.5.4. Diştaşı Oluşumunu Önlemeye Yönelik Olan Diş Macunları

Diştaşı oluşumunu önlemeye yönelik diş macunlarının yararları sadece supragingival diş taşının oluşumu üzerindedir. Diş taşını uzaklaştırmaz ama ilave diş taşı birikimini önlemeye yardımcı olmaktadır. Supragingival diş taşının oluşumunu önlemek için kullanılan inhibitörlerin arasında pirofosfatlar, fosfatlar, çinko tuzları, polivinil eter gibi kimyasallar bulunmaktadır (106). Pirofosfatların kalsiyum-fosfat çökmesini önlediği ve bu yolla diştaşı oluşumunu geciktirdiği ileri sürülmektedir. Pirofosfatlarla dişhekimliğinden çok önce tıp dünyası ilgilenmiştir. Kemik dokusunda kalsifikasyon başladıktan sonra bir süre devam eder ve kemikler anatomik şekillerini aldıktan sonra durur. Kalsifikasyon sürekli olarak yeni kalsiyum-fosfatların kemik dokusuna birikimi ile karakterizedir. Yapılan çalışmalar organizmada kalsifikasyonu sonlandıran kalsifikasyon inhibitörleri (engelleyicileri) olduğunu ve bunların başında pirofosfatların geldiğini göstermiştir. Pirofosfatlar bir genetik haberle harekete geçmekte ve kalsifikasyonu durdurmaktadırlar ve pirofosfatların bulunduğu ortamlarda kalsiyum-fosfat çökmemektedir. Dişhekimliği aynı yapıyı bir kalsiyum-fosfat çökmesi olan diş taşlarının önlenmesi için kullanmaya çalışmıştır. Bugün için genelde % 3-3,3 kadar pirofosfat taşıyan diş macunları antitar diş macunları olarak başarı ile kullanılmaktadırlar (2).

2.5.5. Dişleri Beyazlatmaya Yönelik Olan Diş Macunları

Bu macunların içine kalsiyum karbonat, anhidroz dibazik kalsiyum fosfat veya silika gibi daha sert abraziv maddeler eklenmiştir. Bu tür macunlar içeriğindeki abrazivin miktarına, kalitesine, partikül büyüklüğüne ve kristal karakteristiklerine bağlı olarak son derece abraziv olabilmektedir (87). Dental estetik üzerine artan talep, diş beyazlatmayı diş macunlarının önemli bir

fonksiyonu haline getirmiştir. Beyazlatıcı etkisi olduğunu iddia eden macunlar, ya aşırı abraziv partiküller ya peroksitler gibi ağartıcı ajanlar ve sodyum bikarbonat ya da lekeleri çıkaran proteolitik enzimler içermektedir. Sodyum bikarbonat içeren diş macunlarının anti-plak, gingivitis iyileştirme, renkleşmeleri giderme ve ağız kokusunu azaltma etkinliği gösterilmiştir (86).

2.5.6. Erozyon Önlemeye Yardımcı Diş Macunları

Dental erozyon, dişin patolojik, kronik, multifaktöriyel ve geri dönüşü olmayan diş sert doku kaybı olarak tanımlanmaktadır. Ağız pH'ı diş minesinin kritik pH değeri olan 5.5'in altına düşerse, asit ataklarının süresi ve sıklığına bağlı olarak erozyon gerçekleşir. Erozyonun oluşumu kısaca şöyle açıklanır; sitrik asit ilk olarak, dişin koruyucu diş zarını uzaklaştırır. Demineralizasyon sonrasında sertliğini kaybeden diş yüzeyi, abrazivli bir diş macunu ile veya kuvvetli bir fırçalama sonucunda aşınır. Literatürde erozyonun önlenmesi amacıyla, floridli diş macunlarının kullanımının anlamlı şekilde asit erozyonuna bağlı risk faktörlerini azalttığı belirtilmiştir (2, 107).

2.5.7. Bakteri Çoğalmasını ve Plak Oluşumunu Önlemeye Yönelik Olan Diş Macunları

Diş macunu ile diş fırçalanmasının esas amacı plağın uzaklaştırılması olsa da diş macunları plağın yeniden oluşmasını yavaşlatabilecek potansiyele sahip bileşikler de içerebilir (108). Bu maddeler önce ağız gargarası olarak kullanılmaya başlanmış, etkili olduğu görülünce diş macunlarına ilave edilmiştir. En çok bilinenlerden bir tanesi çinko bileşikleridir ve genellikle çinko sitrat halinde diş macunlarına ilave edilirler. Diş macunları içindeki konsantrasyonları %0.50-0.75 kadardır. Burada çinkonun etkisinden bahsetmek gerekir. Bilindiği gibi hemen tüm ağır metallerin oligodinamik etkisi vardır. Yani ağır metaller bakterisid etki gösterirler. Burada çinkonun görevi antibakteriyel etki göstermesidir. Diğer ağır metallere kıyasla daha az toksiktir ve organizmada esasen var olan (enzim reaksiyonlarına girdiği için) bir elementtir. Daha sonra çinko sitratın etkisini arttırabilmek için bir non-

iyonik antibakteriyel etken madde olan triklosan yapıya ilave edilmiştir. Triklosan yaklaşık %0.2-0.3 oranında diş macunlarında bulunmaktadır. Son yıllarda çinko sitratla birlikte olduğu kadar yalnız başına da kullanılmaktadır. Pirofosfatla Gantrezin birlikte kullanılması gibi Triklosanın da etkisini arttırabilmek için diş macunlarının içine bir kopolimer ilave edilmektedir. Triklosanla birlikte Gantrez kullanılabildiği gibi PVM/Ma kopolimerlerde birlikte yer alabilmektedir. Bugün için gerek çinko sitrat gerekse Triklosanın çeşitli etken maddelerle birlikte diş macunlarında yer almaları halinde bakteri plağında ve dişeti kanamalarında azalmalar olduğu araştırmalarla kanıtlanmıştır. Aynı sorun için sadece SnF₂ taşıyan diş macunları da önerilmektedir (2).

Bunlara ek olarak son yıllarda xylitol ve probiyotik de diş macunlarına ve ve ağız gargaralarına eklenmektedir.

Xylitol: Xylitol, çilek, marul, mantar, kestane; gibi değişik meyve ve sebzelerde düşük konsantrasyonda bulunan beş karbonlu bir poliol (şeker alkolü)'dür ve sakkarozla aynı tatta ancak onun 1/3 oranında daha az kalorisi olan bir yapay tatlandırıcıdır (109). Xylitol, diğer şeker alkollerinden örneğin sorbitolden farklı olarak ağız bakterilerince fermente edilmez ve böylece asit oluşumu da önlenmiş olur (110,111). Xylitolün antimikrobiyal etkisi, metabolik reaksiyonlar yoluyla bakteri üremesini engelleyerek gerçekleşir. Xylitol varlığında S. mutans üreme hızı yavaşlar, yüzeylere yapışabilirlikleri azalır, proteolitik aktiviteleri artar, sakkarozdan asit oluşturabilme güçleri azalır (112). Xylitol pastil, sakız, diş macunu ve ağız gargaralarına katılmaktadır. Tabiatatta erik, çilek ve bazı tür mantarların 100 gr kuru ağırlıklarında 0.3-1.0 gr konsantrasyonda bulunmaktadır (113).

Diabetik hastalar için uygun bir şeker benzeri olduğu düşünülmüştür, ancak yüksek dozlarda insanlarda ve sıçanlarda diyare yapabilmektedir. Ksilozun hidrogenasyonu ile elde edilir (109). Suda kolay çözünen, renksiz, kokusuz bir maddedir. Sakkarozla eşdeğer kalori verir ve aynı tatlılık derecesi gösterir. Çözünürlüğü ise 39 bulunmuştur. Diğer şeker alkolleri gibi xylitol de karamelizasyon göstermez (113).

Tabiatta bol oranda bulunan ksilan ham madde olarak kullanılmaktadır. Bu polisakkarit 5 C içeren bitkilerde, örneğin odun, ot, tohum veya çiçek zarlarında vardır. Ksilan bunlardan hidroliz yoluyla ksiluloza dönüştürülür. Bundan sona yüksek basınç altında katalitik hidrasyon ile ksillülozdan ksilit elde edilir. Ksilit esansiyel pentazüri üzerindeki araştırmalar sırasında, glikuronik asit, ksilüloz siklusunda ara ürün olarak saptanmıştır. Karaciğerin mitokondri hücrelerinde gerçekleşen bu olayda ksilit, L-ksilülozdan D-ksilüloza değişimi sağlayan bağlayıcı madde olarak rol alır (113).

Son yıllarda sakkorozun yerine kullanılan maddeler ile ilgili çalışmalar, şeker alkoller grubunun (polioller) çok sayıda tatlı karbonhidratları içermesi, diş sağlığı açısından bunların önemli olduğunu göstermektedir. Doğal karbonhidratlardan biri olan xylitolün çürük önleyici etkisi olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (114). Bazıları Dünya Sağlık Teşkilatının da yetkisi altında olan uzun süreli insanlı klinik deneylerde, gençlerde ve çürük olasılığı fazla olan çocuklarda xylitolün çürük önlediği gösterilmiştir (115). Xylitolün en fazla araştırılan ve en ümit verici kalorili sakkaroz değişkeni olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (109,116).

Xylitolün Yapısı ve Genel Özellikleri: Xylitol kimyasal olarak şeker alkolü diye gruplandırılan doğal bir karbonhidrattır. Xylitol ve sakkoroz eşit derecede tatlıdır. Benzer aldoz ve katozlarda (örn: fruktoz, glikoz, ksiloz) karşılaştırıldığında xylitol ve sorbitol daha fazla hidrojen içerir. Aldoz ve ketozların tersine xylitolün başka indirgiyeci subgrupları yoktur. Kimyasal olarak, xylitolün OH molekül grupları uygun bir geometrik yapıda bulunan bir hidrofilik polioksi sistemdir ki bu OH molekülleri tükürük ve plakta bulunan kalsiyum gibi polivalan metal katyonları ile etkileşir (113). Xylitol 5 karbon atomu olduğu için pentitoldür. Meyve ve meyve ürünlerinde ve memeli metabolizmasında az miktarda oluşur (113).

Xylitol ile Çürük Önleme Mekanizması: Xylitol ile etkili çürük önlenmesi için diyetle sakkaroz ile tamamen yer değiştirmesi gerekmektedir. Çeşitli çalışmalar xylitolün günde 4-10 mg kullanılmasının çürükten korunmak için

yeterli olduğunu belirtmektedir (116, 117). Bu tür çürük azaltıcı etkiler özel bir mekanizmanın varlığını belirtmektedir. Bu mekanizmanın kimyasal detayları her ne kadar hala tam olarak bilinmiyorsa da, xylitolün tükürük ve mikrobiyolojik olaylar üzerine etkileri bilinmektedir (117).

1)Tükürük Etkisi: Xylitol tatlı olması sebebi ile tükürük akış hızını stimüle etmektedir. Bu şekilde oluşan tükürük, tükürüğün yapılamayan karakteristik kimyasal savunma faktörlerini ve artmış tampon kapasitesini de içermektedir. Xylitol, tükürüğün en önemli tampon maddesi olan bikarbonat iyonlarının oluşumunu ve sekresyonunu da stimüle etmektedir (117).

Bütün tatlı karbonhidratların tükürük sekresyonunu stimüle etmesine karşılık xylitol asit oluşturmadığından, tamponlama kapasitesi ve tükürüğün diğer savunma faktörleri fazla etkili olamamaktadır. Xylitolün bu özellikleri, bu faktörlerin engellenmeden görevlerini yapmalarını sağlar. İlk yapılan çalışmalar, xylitolün tüketiminin tükürükteki peroksidaz ve amilazın seviyesinin artmasıyla ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu enzimler oral kavitenin tüm kimyasal savunması ile ilgilidir, fakat bunların bulunmamalarının sebepleri henüz belirlenememiştir (117).

2) Mikrobiyolojik Etki: Xylitol herhangi bir şekilde karyojenik mikroorganizmalar tarafından kullanılamamaktadır. Birçok insan ve hayvan deneylerinde, S. mutans'ın büyümesinin xylitol tarafından inhibe edildiği gösterilmiştir. S. mutansların saf kültürleri ile ilgili çalışmalar, radyoaktif olarak işaretlenmiş xylitolün hücrelerle birleştiğinin göstermemiş ya da çok az göstermiştir, yani xylitol inert bir karbonhidrat gibi hareket etmektedir. Radyoaktif olarak işaretlenmiş xylitolün hücre içine alınımı ile ilgili çalışmalarda; xylitolün intrasellüler olarak daha fazla metabolize edilmeyen xylitol fosfata (tahminen xylitol 5 fosfat) dönüştürülmüş olduğu gösterilmiştir. Bu ara ürününde hücreyi inhibe edici olabileceği düşünülmektedir (109,117,119).

Karışık ağız florasında (dental plak) S. mutans ve birçok oral bakterilerin büyümesi, xylitol tarafından bir dereceye kadar inhibe edilmektedir. Xylitolün kısmi durdurucu ve kısmi engelleyici etkisinin dental

plakta birçok önemli sonuçları vardır. Buna göre xylitol plağı, sakkaroz plağından daha gevşek ve dişlere daha az zararlıdır (117).

Hedef Gruplar ve Uygun Xylitol Ürünleri: Xylitol sakız programları çürüğün aktif olduğu yaştaki çocuklarda etkilidir. Xylitol diyet ve xylitol sakız genç erişkinlerde dental çürük insidansını önemli ölçüde azaltmıştır (118).

Bozulmuş tükürük bezi fonksiyonu nedeniyle geriatrik ve gerodontik hastalarda çürüğe veya periodontal sorunlara neden olmayan ürünlerle tükürük akımını stimüle etmek gerekir. Çerezlerde veya hafif yiyeceklerde bulunan fermente tatlandırıcılar bu tür hastalarda zararlı olabilir ve sakkaroz yerine kullanılan maddeler tercih edilebilir. Bazı ilaçlar ve başa radyasyon uygulanması sonucu kuru ağız sendromuna sahip kişiler de bu gruptandır. Bu durumda ideal tükürük stimülanları xylitol içeren sakızlar, pastiller veya çiğneme tabletleri veya sorbitol ile xylitol karışımları veya diğer zayıf fermente tatlandırıcılardır. Xylitolün diğer ürünlerde de kullanılma potansiyeli vardır (117).

Kronik hastalıklar için kullanılan tatlı ilaçlar xylitol kullanılarak dental yönden daha uygun hale getirilebilir. Xylitol içeren diş macunlarının daha iyi oral hijyen sağladığını gösteren çalışmalar vardır (119).

Çürüğün daha fazla görüldüğü çocuklarda xylitol ve florid içeren ürünler daha kuvvetli koruyucu olabilir, daha ekonomiktir. Florid ve xylitolün etkileri birbirini tamamlar, birbirinin etkisini inhibe etmez (117,120).

*Probiyotik:*Dünya sağlık örgütü (WHO) ve Amerika Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından belirlenen tanıma göre, probiyotik bakteriler, yeterli miktarlarda alındıklarında sağlık açısından yararlı etkileri olan canlı mikroorganizmalardır (121,122). Probiyotik olarak adlandırılan birçok mikroorganizma vardır. *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* yaygın probiyotiklerdir. Probiyotik olarak kullanılan *Lactobacillus* suşları, *L. acidophilus*, *L. johnsonii*, *L. casei*, *L. rhamnosus*, *L. gasseri*, ve *L. reuteri*; *Bifidobacterium* suşları ise, *B. bifidum*, *B. longum*, ve *B. infantis*'dir *L.reuteri*'nin *S. mutans* sayısını azaltarak çürük proflaksisinde önemli bir yeri olduğu düşünülmektedir. Bunun yanı sıra ağız boşluğundaki kandida

sayılarını da azaltarak ağız enfeksiyonlarını kontrol altına almada da etkili olduğu hakkında bulgular vardır (123). Probiyotiklerin gastrointestinal hastalıklar için yararlı etkileri bilinmekle birlikte, ağız enfeksiyonlarındaki rolleri araştırılmaya devam edilmektedir. Bazı çalışmalarda, *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium*'un tükürükte çürük oluşumuna neden olan bazı bakterilerin sayılarını azalttığı bildirilmektedir. Diğer klinik çalışmalarda, probiyotikli sakızların ve tabletlerin düzenli kullanılmasıyla, gingival enflamasyonun azaldığı, plak indeksinde ve cep derinliğinde iyileşme olduğu görülmüştür (123).

Probiyotikler patojen mikroorganizmaların inhibe edilmesini veya ortadan kaldırılmasını bir çok mekanizma ile gerçekleştirmektedir. Bu mekanizmalar:

1. Laktik asit üreterek lümenin pH'sını düşürmek,
2. Antimikrobiyal mikrosin, hidrojen peroksit ve serbest radikaller üretmek,
3. Reseptörlere tutunarak ve besin kaynakları için rekabet etmek,
4. Koruyucu mucus oluşumunu uyarmak,
5. Sekretuar IgA yapımını uyarmaktır (124).

Probiyotiklerin etkinliği için bazı özelliklerin olması gerekir. İyi bir probiyotik;

- Konak için patojen ve karsinojenik olmamalı, normal florayı bozmadan patojen bakterilere etki etmelidir.
- İnsan kaynaklı olmalı, barsak epiteline tutunabilmelidir.
- Canlı olmalı, besinlere ilave edildiğinde canlılığını kaybetmemelidir.
- Ağız yoluyla alındığında etkili olabilmeli ve bunun için asit pH ve safra tuzlarına dirençli olmalıdır.
- Etkinliğinin gösterilmiş ve güvenilir olması gerekmektedir (125,126).

Probiyotiklerin Ağız Boşluğundaki Etki Mekanizmaları: Probiyotikler ağız boşluğunda ağız hastalıklarına karşı, ağız dokuları için koruyucu tabaka olarak bir biofilm oluşturabilirler. Bu biofilm, bakteriyel patojenlerin ağız dokularına yaklaşmasına izin vermez (127). Karyojenik bakterilerin ve periodontal patojenlerin büyümelerine karşı rekabet eder (128).

Probiyotik bakteriler; organik asit, hidrojen peroksit, karbon peroksit, diasetil, bakteriosin ve adezyon inhibitörleri gibi çeşitli antimikrobiyal maddeleri salgılayabilirler (129,130).

Ağız içerisindeki yüzeylere yapışabilmeleri bakterilerin uzun süreli probiyotik etkileri açısından önemlidir. Farklı probiyotik suşlarının ağız epitelyal hücrelerine ve hidroksiapatite yapışma modeli bir çalışmada test edilmiş ve *Lactobacillus*'un hidroksiapatite yapışabildiği gösterilmiştir (131). *Lactobacillus* türlerinin birleşebilme yeteneklerinin, onlara diğer patojenik bakterinin kolonizasyonunu önlemeleri açısından fırsat oluşturduğu bildirilmiştir (132,133). *Lactobacillus* türleri tarafından oluşturulan zararlı maddeler bu bakterilerin yaşamını tehdit etmektedir. Haukioja ve arkadaşları da *Lactobacillus* türleri ve *Bifidobacterium lactis* Bb12'nin hidroksiapatit üzerindeki pelikülda tükürük bileşimini etkilediğini ve böylece *Streptococcus mutans* yapışmasını engelleyebildiğini in vitro olarak göstermişlerdir (134).

Weissella cibaria (insanlardan izole edilen gram pozitif fakültatif anaerobik laktik asit bakteri) fermente edilmiş yiyeceklerde vardır ve potansiyel bir probiyotik ajandır. Bu bakteri türleri *Fusobacterium nucleatum* ile bir araya gelme ve epitelyal hücrelere bağlanma kapasitesine sahiptirler. Bu özellikler *W. cibaria*'nın ağız boşluğunda kolonize olmasını ve patojenik bakterilerin çoğalmasına engel olmasını sağlarlar (135). Bununla birlikte, Yli-Knuuttila ve arkadaşları, *L. rhamnosus*un oral kavitede geçici olarak kolonize olduğunu ve uzun dönem yararlı etkileri için probiyotiklerin uygun tüketimlerinin gerekli olacağını bildirmiştir (136).

Antibiyotiklere karşı olan bakteriyel direncin yaygın olarak görülmesiyle birlikte probiyotik tedavisinin ağız sağlığı için uygulanması görüşü ortaya çıkmıştır. Diş çürükleri, periodontal hastalıklar, *Candida*

albicans enfeksiyonları ve halitozis probiyotik tedavisinde hedef alınan ağız hastalıklarıdır (124).

Probiyotikler ve Karyojenik Bakteriler: Diş çürüğü, minenin demineralizasyonu ile karakterize bakteriyel orjinli multifaktöriyel bir hastalıktır (137). Diş çürüğünü önlemede ya da azaltmada probiyotiklerin yararlı etkilerinin olabilmesi için probiyotikler, diş yüzeylerine bağlanabilmeli ve bakteri topluluğunun içine integre olabilmelidir. Karyojenik bakterilerle mücadele etmeli ve proliferasyonlarını engellemelidir. Süt ve süt ürünleri içerisindeki probiyotiklerin avantajı, asidik ortamı nötralize etmeleridir. Örneğin peynirin minenin demineralizasyonunu önlediği ve remineralizasyonunu artırdığı bildirilmiştir (138). Comelli ve arkadaşları *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus lactis ssp. lactis* gibi süt endüstrisinde kullanılan 23 bakteri zincirinin hidroksiapatit yüzeylerindeki biofilm tabakasının içerisine girme kapasitesinin olduğunu ve *Streptococcus sabrinus* gibi karyojenik bakteri türlerinin gelişimini engellediğini bildirmişlerdir (128). *W. cibaria*'nın in vitro ve in vivo ortamda biofilm formasyonunun oluşumunu engelleme kapasitesinin olduğunu ve bu bakteri zincirinin proliferasyonunu önlediğini bildirmişlerdir (139). Diğer bir çalışmada, *L. rhamnosus* ve *L. casei* türleri, iki önemli karyojenik bakteri olan *S. mutans* ve *S. sabrinus*'un in vitro büyümesini inhibe etmiştir. Birçok klinik çalışma probiyotik içeren yoğurt, süt ve peynirin düzenli tüketiminin tükürükteki karyojenik streptokokların sayısında ve dental plakta azalmaya neden olduğunu göstermiştir (140). Nikawa ve arkadaşları, iki haftadan daha fazla bir süre için *L. reuteri* içeren yoğurt tüketiminin tükürükteki *S. mutans* konsantrasyonunda % 80'den fazla azalmaya sebep olduğunu bildirmişlerdir (141). Probiyotik içeren sakız ve pastillerle de benzer sonuçlar elde edilmiştir (142).

2001 yılında, Nase ve arkadaşları, 1 ila 6 yaş arası 594 çocukta *L. rhamnosus* içeren süt tüketiminin diş çürüğü üzerindeki etkilerini değerlendiren uzun dönem (7 ay) çalışmalarının sonuçlarını yayınlamışlardır. Sonuç olarak özellikle 3 ila 4 yaşındaki çocuklarda bu probiyotiği içeren süt tüketimi dental çürükte azalmaya neden olmuş ve tükürükte kontrol

grubundan daha az *S. mutans* görülmüştür. Bu ümit verici sonuçlardan yola çıkarak diş çürüğünün önlenmesi için probiyotiklerin düzenli kullanımları önerilmektedir (140).

Probiyotik suşlarının uygun formlarının tüketimi birçok makalede tartışılmıştır. Probiyotikli süt ürünleri diyeteye kolayca ilave edilen doğal bir tüketim yoludur. Ancak, ağız hastalıklarının önlenmesi ve tedavisinde özel uygulamalar, formüller, cihazlar ile diş çürüğünün tedavisinde yavaş salınan probiyotiklere ihtiyaç vardır. Yakın zamanda çürük proflaksisinde *L. reuteri* içeren sakızlar ve diş macunları kullanılmaya başlanmıştır. Bunların günde iki kere kullanılması ağız içindeki *S. mutans* sayısını dengelemektedir. Ancak ağız sağlığı için probiyotiklerin en uygun kullanım şekilleri ve miktarları henüz belirlenmemiştir.

Ağız boşluğundaki probiyotikler gibi farklı mikrobiyal türlerin olduğu gösterilmiştir. Bu açıdan, ağızdaki konak probiyotikleri tanımlamak, kolonizasyon mekanizmalarını ve ağız çevresindeki etkilerini aydınlatmak gereklidir. Ağız ekosistemindeki dengede probiyotiklerin etkileriyle ilgili çalışmalara da ihtiyaç vardır. Bu tür çalışmalar ağız içerisinde kullanımı en uygun probiyotiğin ve en uygun uygulanma türünün belirlenmesine yardımcı olacaktır (123).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Grupları

Bu çalışma, 120 adet yeni çekilmiş çürüksüz ve yüzey kusuru bulunmayan daimi kesici dişlerin mine yüzeyi üzerinde gerçekleştirilmiştir. İlk olarak 120 adet diş her bir grupta 60 örnek olacak şekilde rastgele 2 gruba ayrılmıştır. Daha sonra bunlar da kendi aralarında rastgele 4 alt gruba ayrılmıştır; Bu gruplar; Tablo 3.1’de verilmektedir.

Tablo 3.1. Çalışma Grupları

G1 Mine yüzey pürüzlülüğüne bakılacak grup, (n:60)	Xyliwhite diş macunu jeliyle fırçalanacak grup, (n:15)
	Periobiotic probiyotikli diş macunuyla fırçalanacak grup, (n:15)
G2 Mine yüzey sertliğine bakılacak grup, (n:60)	Colgate Max Fresh diş macunuyla fırçalanacak grup, (n:15)
	İpana Beyaz Güç Karbonat diş macunuyla fırçalanacak grup, (n:15)

3.2. Mine Örneklerinin Hazırlanması

120 adet yeni çekilmiş çürüksüz ve yüzey kusuru bulunmayan daimi kesici diş çekimin hemen ardından temizlendi ve % 10’luk formaldehit solüsyonunda saklandı. Dişlerin üzerindeki debris tabakası lastik fırça ve pomza ile polisaj yapılarak uzaklaştırıldı ve dişler dehidrate olmaması için deneyin bütün aşamalarında deiyonize distile su içinde bekletildi. Her bir diş, silikon kalıplar kullanılarak, kökleri bloğun içinde, kron kısımları yüzeye paralel olacak ve mine yüzeyleri açıkta kalacak şekilde kendi kendine polimerize olan akrilik rezin bloğa (Şekil 3.1) gömüldü (Şekil 3.2). Akril

polimerizasyonu sağlanır sağlanmaz örnekler tekrar deiyonize distile su içine konuldu.



Şekil 3.1. Otopolimerizan akrilik rezin materyal



Şekil 3.2. Daimi kesici diş örnekleri

Örneklerin tesviye ve polisaj işlemleri zımparalama ve parlatma cihazı (Metkon Gripo 2V, Bursa) ile tamamlandı (Şekil 3.3). Cihazın devir hızı dijital kontrollüdür ve 20-600 devir/dakika arasında ayarlanabilir hız seçimine

sahiptir. Disklerin çapları 250 mm'dir ve iki yönlü dönüş özelliğine sahiptir. Parlatma tablası üzerine manyetik bir valf yardımı ile debisi ayarlanabilen şekilde çok noktadan su pskrtmektedir.Gmlen dişlerin mine yüzeyleri sırayla 600, 800, 1000 granlık zımparayla minimum doku kaybına sebep olacak şekilde zımparalandı.



şekil 3.3. Metkon Gripo 2V, tesfiye ve zımparalama cihazı

3.3. Diş Fırçalama Prosedürleri

Her bir grup 4 farklı diş macunu ile 1 hafta sabah ve akşam 2 dk boyunca pilli diş fırçasıyla fıralandı. Çalışmada kullanılan diş macunlarının sierikleri ve üretici firmaları Tablo 3.2'de sunulmuştur. Her diş fırçalama uygulamasında fırça başlığı akan su altında ıslatıldıktan sonra 1,1 gr ($\pm 0,1$ gr) diş macunu kullanıldı. Diş fırçası başlığı mine yüzeyine paralel ve kılların tamamı mine yüzeyine dik olarak temas edecek şekilde yerleştirilerek, baskı yapılmadan aynı operatör tarafından uygulandı (şekil 3.4). Her diş macunu uygulaması için yeni bir diş fırçası başlığı kullanıldı. Diş fırçasının pilleri 100 dk'da bir değiştirilerek güç kaybı engellendi. Fırçalanan yüzeylerdeki diş macunu akan su altında yıkandı.

Tablo3.2.Çalışmada kullanılan diş macunları ve içerikleri

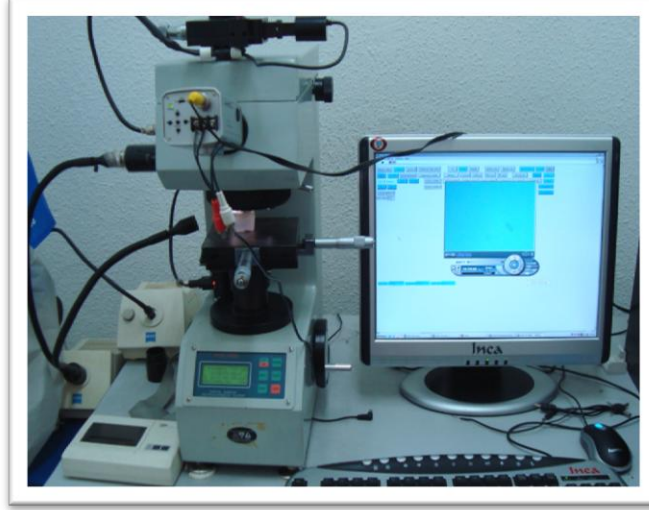
Ürünler	İçerikleri	Üretici Firma
Colgate Max Fresh	sodyum fluoride %0.22, sorbitol, aroma, PEG-12, Cellulose gum, cocamidopropyl betaine, sodyum sakkarin, hydroxypropyl methylcellulose, mentol, limonen, C177891, C174260, C147005.	Colgate-Palmolive
İpana Beyaz Güç Karbonat	sodyum monofluorofosfat, sodyum bikarbonat, kalsiyum karbonat, gliserin, su, sorbitol, hidrate silika, aroma, sodyum lauril sülfat, sodyum fosfat, cellulose gum, sodyum sakkarin, methylparaben, propylparaben, limonen, C174160, C174260, C177891.	Unilever
Xylwhite Toothpaste Gel	su, xylitol %25, papain, sorbitol, sodyum bikarbonat, sodyum coco-sulfat, carrageenan, tea tree, leaf oil, pepperment oil, spearmint oil, papain, potasyum sorbat.	Now Foods
Periobiotic Probiotic Toothpaste	su, kalsiyum karbonat, kalsiyum gliserofosfat, gliserin, xylitol, sodyum bikarbonat, spearmint oil, carrageenan, maltodekstrin, dental-lac (lactobacillus paracasei), potasyum sorbat, yucca powder, stevia leaf extract, çinko klorit.	GMP compliant



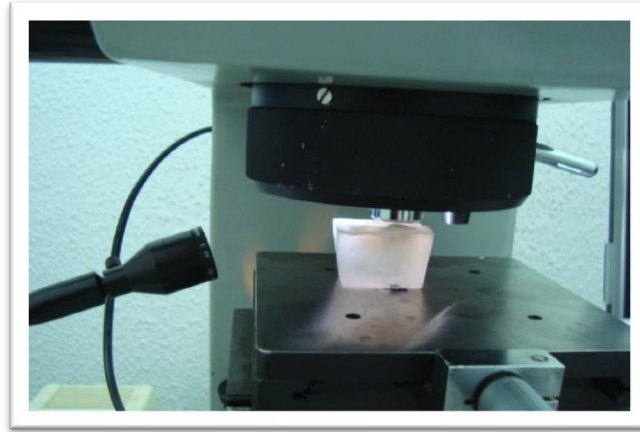
Şekil 3.4. Diş fırçalama uygulaması

3.4. Mikrosertlik Ölçümü

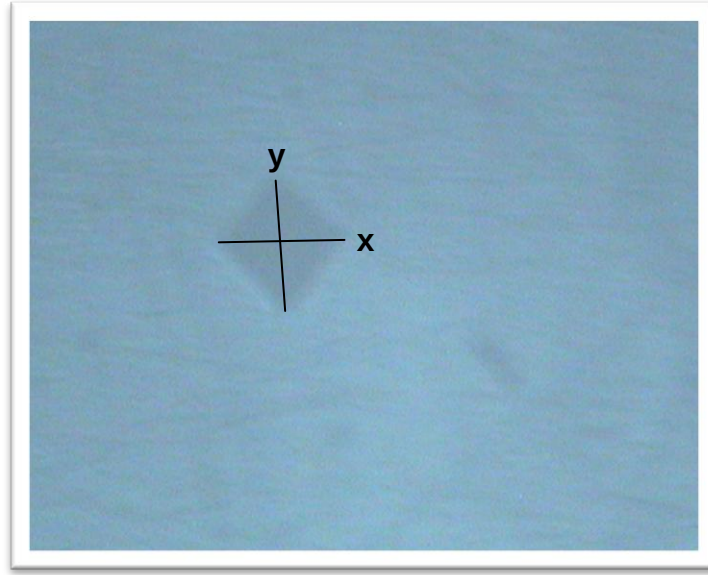
Minenin mikrosertlik ölçümü için Vicker's mikrosertlik cihazı kullanılan araştırmalar bulunmaktadır. Hazırlanan örneklerin (n=60) yüzey sertliğinin ölçülmesi Ankara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Endodonti Kliniği Laboratuvarı'nda yapıldı. Çalışmamızda bu laboratuvarda bulunan (Graigar HVS-1000,Digital Display Microhardness Tester, Zhejiang, Çin) sertlik ölçme cihazı kullanıldı (Şekil 3.5). Cihazın üzerinde bulunan dokunmatik panel ile test yükü 98,07 mN ile 19,914 N arasında, test süresi ise 5 ile 999 sn arasında değişen değerlerde ayarlanabilmektedir. Cihaz üzerinde x10 ve x 40 büyütmede iki adet oküler bulunmaktadır. Cihazın, köşegen uzunluğundaki en küçük birimin 0,01 μ m olması günümüz standartlarında geçerli olan ölçüm hassasiyetini sağlamaktadır. Mine örneklerinin fırçalanması öncesi ve sonrasında her bir örnekte 15 sn boyunca 300 gr (2,943 N) kuvvet uygulanarak 3'er ölçüm yapıldı (Şekil 3.6). Fırçalama öncesi mine yüzeylerinin mesial orta üçlüsünde, fırçalama sonrası ise yine aynı dişlerin mine yüzeylerinin distal orta üçlüsünde bu ölçümler gerçekleştirildi. Örnekler üzerinde oluşan iz (Şekil 3.7, Şekil 3.8) x10 büyütmede değerlendirilip ölçüldü ve bulunan değerlerin ortalaması alınarak, Vicker's sertlik değerleri elde edildi.



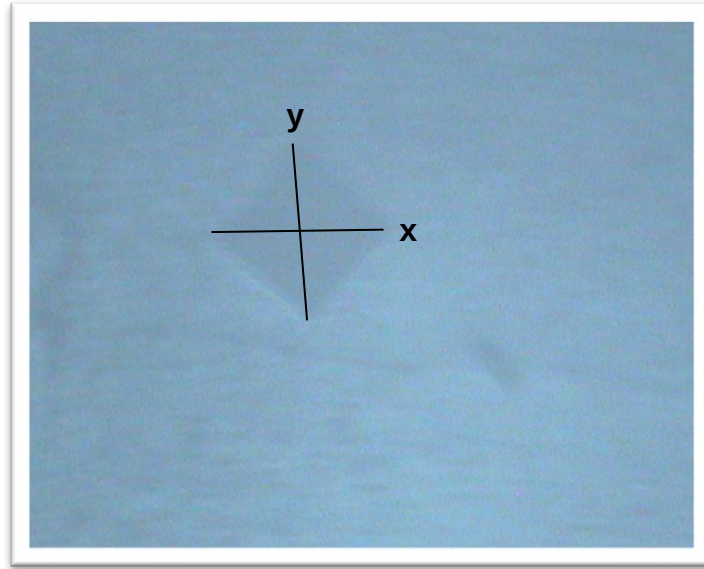
Şekil 3.5. Mikrosertlik ölçme deneyinin yapıldığı test cihazı



Şekil 3.6. Örneklere mikrosertlik testi uygulanışı



Şekil 3.7. Fırçalama öncesinde Vicker's sertlik testi sonrası mine örneğinde oluşan izin görüntüsü

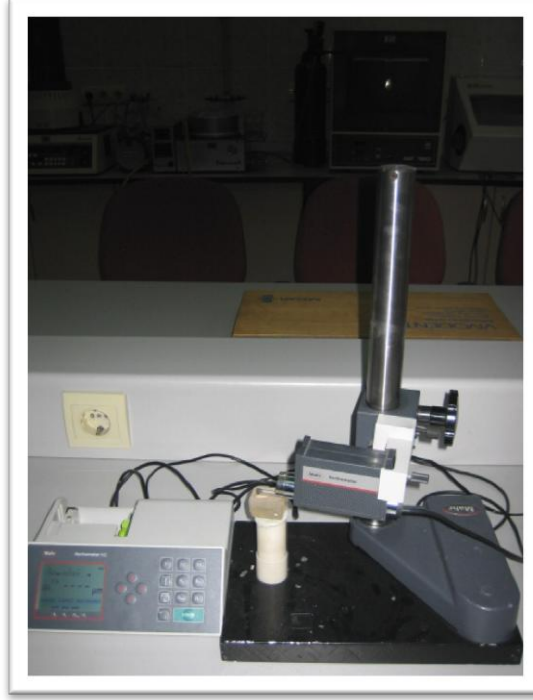


Şekil 3.8. Fırçalama sonrasında Vicker's sertlik ölçümüyle mikrosertliğinde azalma gözlemlenen mine örneğinde oluşan izin görüntüsü

3.5. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü

Hazırlanan örneklerin (n=60) yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi Ankara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvar'ında yapıldı. Çalışmamızda bu laboratuvarında bulunan masa üstü ve yazılı çıktı alınabilen yüzey pürüzlülük ölçme cihazı (Mahr Perthometer M2/M3, Gottingen,

Almanya) kullanıldı (Şekil 3.9). Mine örneklerinin fırçalanması öncesi ve sonrasında her bir örnekte yüzey pürüzlülük ölçümü yapıldı (Şekil 3.10). Elde edilen tüm değerler yazılı çıktı alınarak kaydedildi. Her örnekten üçer adet ölçüm yapıp, ortalamaları alındı.



Şekil 3.9. Yüzey pürüzlülüğü deneyinin yapıldığı test cihazı



Şekil 3.10. Örnekler üzerine yüzey pürüzlülüğü testi uygulanışı

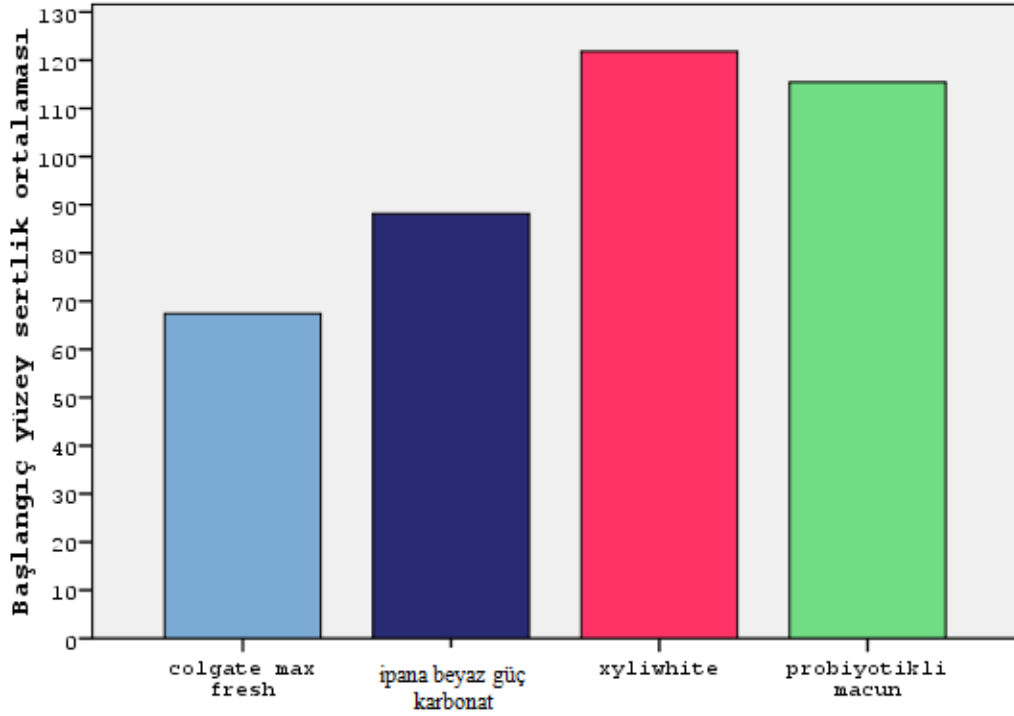
3.6. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirme SPSS v.15.0 (Chi., IL, USA) paket programı ile yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler ortalama±standart sapma, ortanca (en küçük-en büyük) olarak verildi. Gruplar arası karşılaştırmalar Kruskal Wallis testi ile yapıldı. Fark bulunması durumunda farkın hangi grup veya gruplardan kaynaklandığını saptamak için Bonferroni düzeltmeli Mann Whitney U testi kullanıldı. Grup içi önce-sonra karşılaştırmaları Wilcoxon işaretli sıralar testi ile yapıldı. İstatistiksel önemlilik için $p<0.05$ değeri kabul edildi.

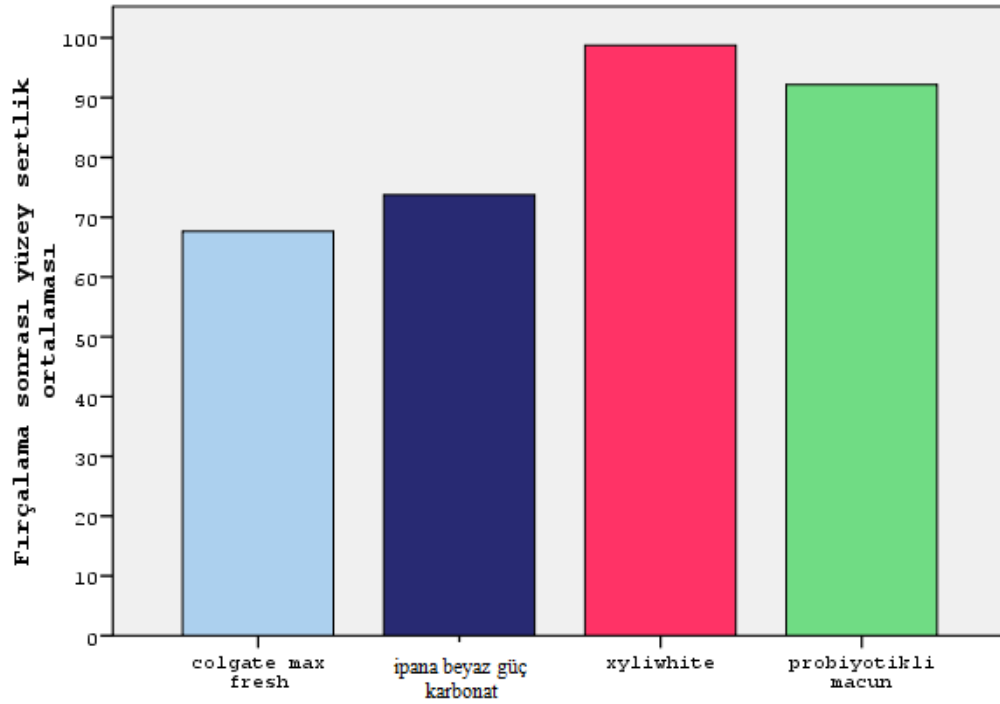
4. BULGULAR

4.1. Mikrosertlik Bulguları

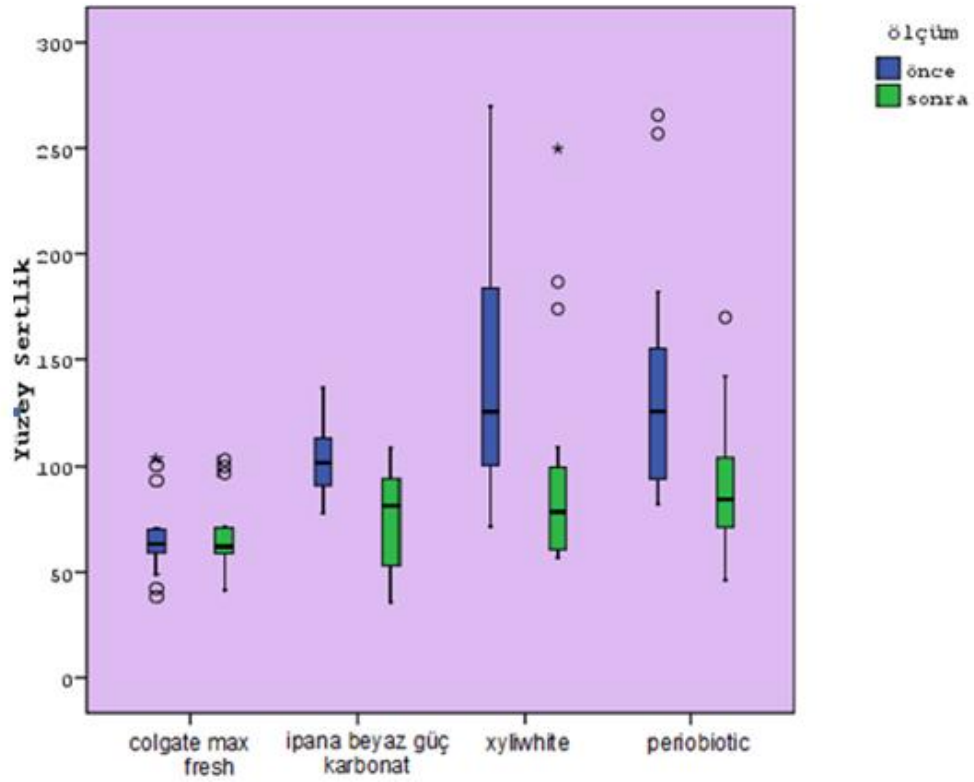
Her birinde 15'er örnek bulunan 4 gruba ait toplam 60 mine örneğinin farklı diş macunlarıyla (Colgate Max Fresh, İpana Beyaz Güç Karbonat, Xyliwhite, Periobiotic) fırçalama işlemi öncesi ve sonrası ölçülen Vicker's mikrosertlik değerlerinin (VHN) dağılımı, ortalamaları ve standart sapma değerleri istatistiksel olarak karşılaştırmak üzere Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3'de ve Tablo 4.1'de sunulmuştur.



Şekil 4.1. Başlangıç yüzey sertlik ortalama değerlerinin dağılımı



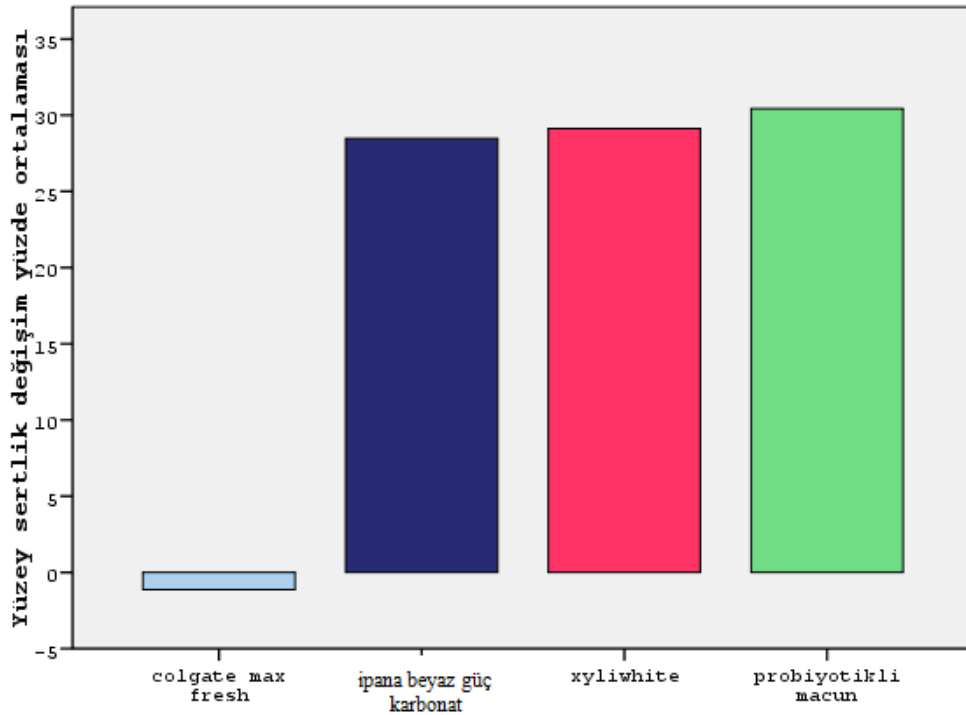
Şekil 4.2. Diş fırçalama işlemi sonrası yüzey sertlik ortalama değerlerinin dağılımı



Şekil 4.3. Diş fırçalama işlemi öncesi ve sonrası VHN değerlerinin dağılımı

Tablo 4.1. Diş fırçalama işlemi öncesi ve sonrası saptanan mikrosertlik (VHN) ve standart sapma ($\pm$ SS) değerleri

Gruplar	Diş Fırçalama İşlemi Öncesi VHN ($\pm$ SS)		Diş Fırçalama İşlemi Sonrası VHN ($\pm$ SS)	
	ortalama $\pm$ SS	ortanca (en küçük- en büyük)	ortalama $\pm$ SS	ortanca (en küçük- en büyük)
Xyliwhite diş macunu jeliyle fırçalanan grup, (n:15)	144,88 $\pm$ 58,49	126,01 (71,58-269,80)	98,76 $\pm$ 58,38	78,53 (56,67-249,66)
Periobiotic probiyotikli diş macunuyla fırçalanan grup, (n:15)	138,63 $\pm$ 58,10	126,02 (82,30-265,59)	92,18 $\pm$ 32,56	84,41 (46,26-169,81)
Colgate Max Fresh diş macunuyla fırçalanan grup, (n:15)	67,13 $\pm$ 19,21	63,39 (38,35-103,81)	67,64 $\pm$ 18,83	62,16 (41,54-103,23)
İpana Beyaz Güç Karbonat diş macunuyla fırçalanan grup, (n:15)	102,57 $\pm$ 16,71	101,80 (77,84-136,53)	73,72 $\pm$ 24,94	81,35 (35,84-108,83)



Şekil 4.4. Diş fırçalama işlemi öncesi ve sonrası mine yüzey sertlik değişim yüzdeleri

Wilcoxon işaretli sıralar testi sonucunda Colgate Max Fresh diş macunu dışında diğer gruplarda diş fırçalama işlemi öncesi ve sonrası ölçülen Vicker's mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür ($p < 0,01$). Colgate Max Fresh diş macunuyla fırçalama işleminden önce ve sonra ölçülen mine mikrosertlik değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0,01$).

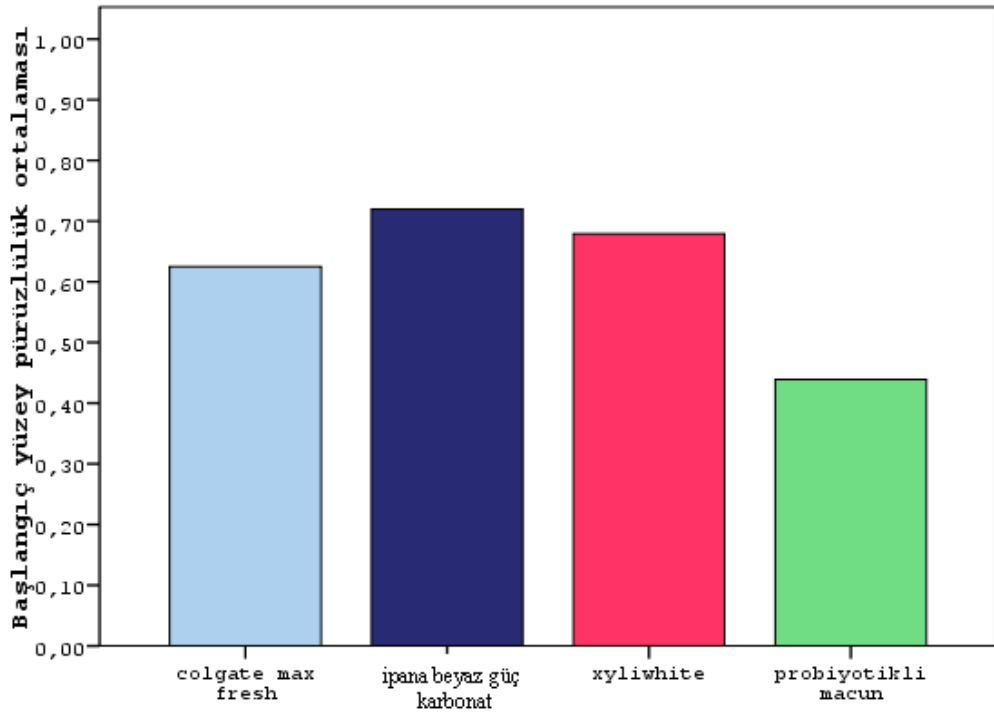
Diş fırçalama işlemi öncesi ve sonrası mine yüzey sertlik değişim yüzdeleri Şekil 4.4'de verilmiştir. Diş fırçalama işlemi sonrası ölçülen Vicker's mikrosertlik değerlerinde İpana Beyaz Güç Karbonat diş macunu, Xyliwhite Toothpaste Gel ve Periobiotic Probiotic Toothpaste ile fırçalanan gruplarda istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlenmiştir ($p < 0,01$).

Kruskal-Wallis testi sonucunda farklı diş macunlarıyla fırçalanan gruplar kendi içlerinde tek tek incelendiğinde, diş fırçalama işlemi uygulandıktan sonra, mine yüzey sertliği değerlerindeki azalmada İpana

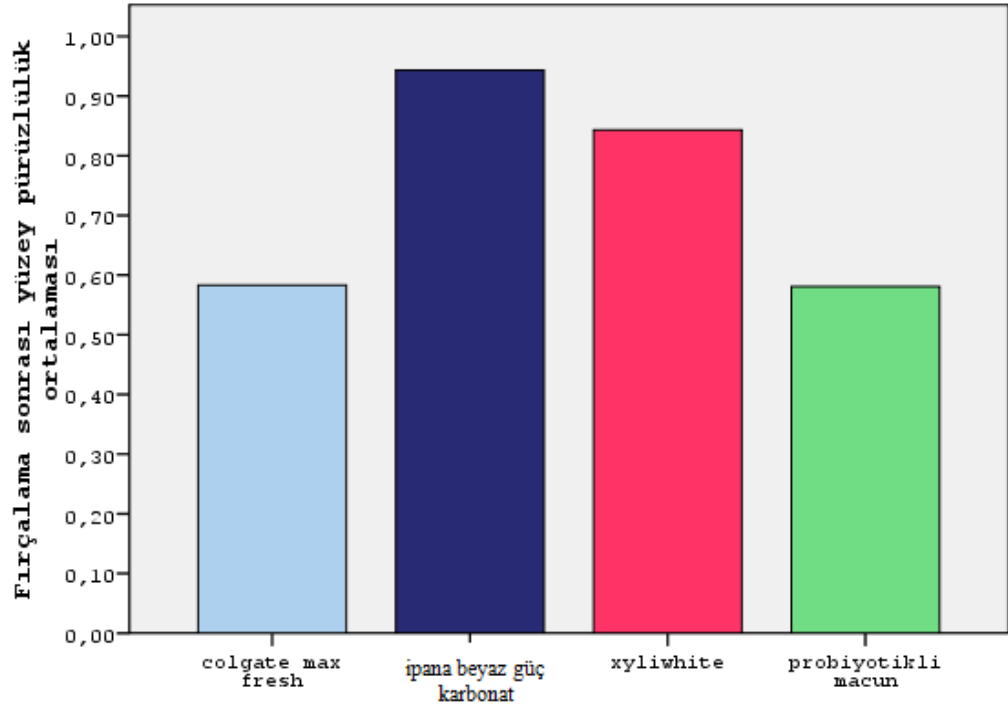
Beyaz Güç Karbonat diş macunu, Xyliwhite Toothpaste Gel ve Periobiotic Probiotic Toothpaste grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>0,01$).

4.2. Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları

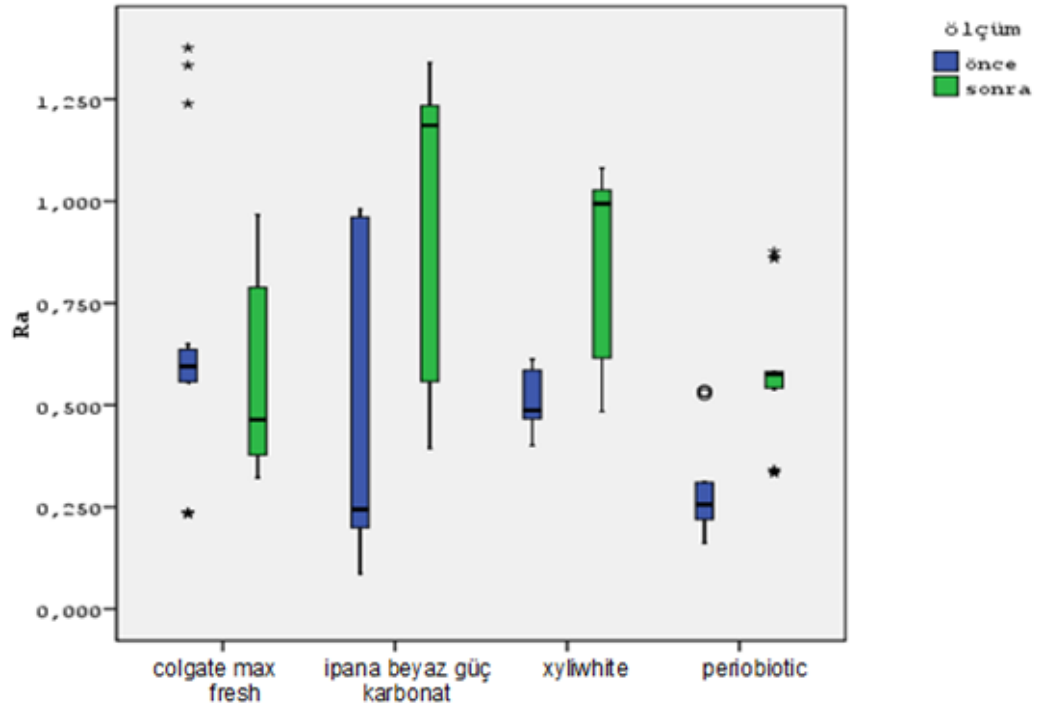
Her birinde 15'er örnek bulunan 4 gruba ait toplam 60 örneğin farklı diş macunlarıyla (Colgate Max Fresh, İpana Beyaz Güç Karbonat, Xyliwhite, Periobiotic) fırçalama işlemi öncesi ve sonrası yapılan yüzey pürüzlülüğü deneyleri sonucunda elde edilen mine yüzey pürüzlülük değerleri Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7'de ve Tablo 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Başlangıç yüzey pürüzlülük ortalama değerlerinin dağılımı



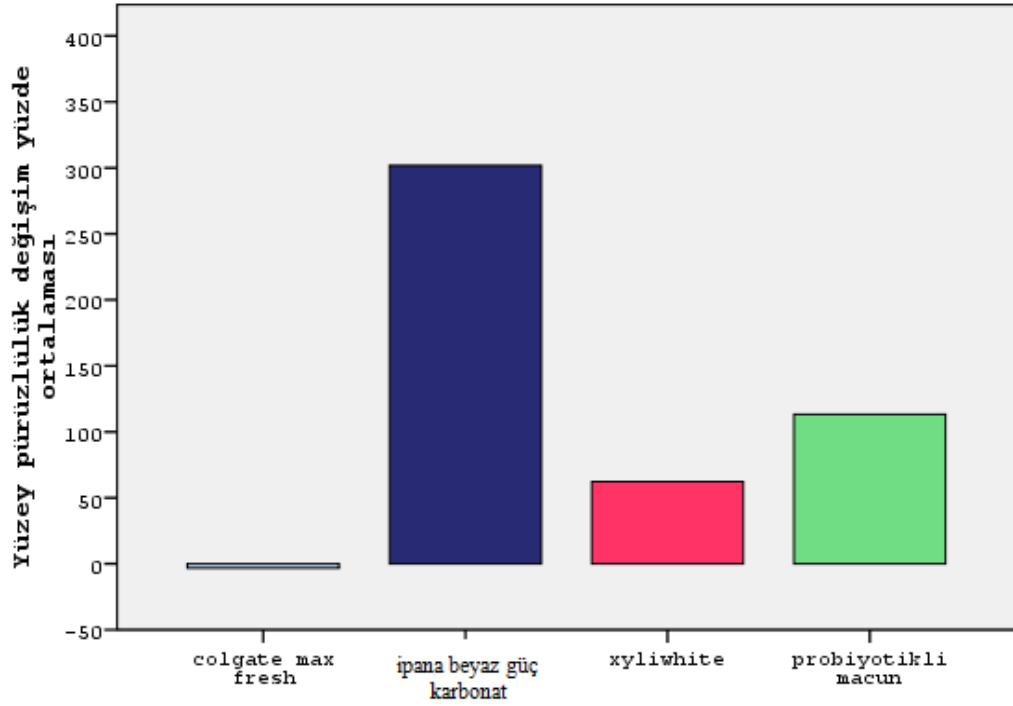
Şekil 4.6.Diş fırçalama işlemi sonrası yüzey pürüzlülük değerlerinin dağılımı



Şekil4.7. Diş fırçalama işlemi öncesi ve sonrası yüzey pürüzlülük değerlerinin dağılımı

Tablo4.2. Diş fırçalama işlemi öncesi ve sonrası saptanan yüzey pürüzlülüğü ve standart sapma ($\pm$ SS) değerleri

Gruplar	Diş Fırçalama İşlemi Öncesi Ra ($\pm$ SS)		Diş Fırçalama İşlemi Sonrası Ra ($\pm$ SS)	
	ortalama $\pm$ SS	ortanca (en küçük-en büyük)	ortalama $\pm$ SS	ortanca (en küçük-en büyük)
Xyliwhite diş macunu jeliyle fırçalanan grup, (n:15)	0,514 $\pm$ 0,069	0,843 (0,484-1,081)	0,843 $\pm$ 0,230	0,994 (0,484-1,081)
Periobiotic probiyotikli diş macunuyla fırçalanan grup, (n:15)	0,297 $\pm$ 0,130	0,256 (0,162-0,534)	0,580 $\pm$ 0,174	0,576 (0,333-0,876)
Colgate Max Fresh diş macunuyla fırçalanan grup, (n:15)	0,667 $\pm$ 0,367	0,595 (0,233-1,376)	0,583 $\pm$ 0,255	0,464 (0,322-0,967)
İpana Beyaz Güç Karbonat diş macunuyla fırçalanan grup, (n:15)	0,495 $\pm$ 0,400	0,244 (0,087-0,980)	0,943 $\pm$ 0,397	1,186 (0,393-1,340)



Şekil 4.8. Diş fırçalama işlemi öncesi ve sonrası mine yüzey pürüzlülük değişim yüzdeleri

Wilcoxon işaretli sıralar testi sonucunda Colgate Max Fresh diş macunuyla fırçalanan grup dışında bütün gruplarda diş fırçalama işlemi öncesi ve sonrası ölçülen yüzey pürüzlülük değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür ($p < 0,01$).

Colgate Max Fresh diş macunuyla fırçalama işleminden önce ve sonra ölçülen mine yüzey pürüzlülük değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0,01$).

İpana Beyaz Güç Karbonat, mine örneklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir yüzey pürüzlülüğü artışına neden olmuştur ($p < 0,01$).

Xyliwhite diş macunuyla fırçalanan mine örneklerinde, başlangıç ve fırçalama işleminden sonra ölçülen yüzey pürüzlülük değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır ($p < 0,01$).

Periobiotic probiyotikli macunla fırçalanan mine örneklerinde ise, diş fırçalama işlemi sonrasında yüzey pürüzlülük değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir ($p<0,01$).

Diş fırçalama işlemi öncesi ve sonrası mine yüzey pürüzlülük değişim yüzdeleri Şekil 4.4'de verilmiştir. Kruskal-Wallis testi sonucunda bütün gruplar kendi aralarında karşılaştırıldıklarında, farklı diş macunlarıyla fırçalanan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur. Diş macunları içerisinde, İpana Beyaz Güç Karbonat diş macunu, diş mine yüzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark gösterecek şekilde daha fazla yüzey pürüzlülüğüne neden olmuştur. ($p<0,01$) Xyliwhite macunlarla fırçalanan mine örneklerinde ise, yüzey pürüzlülüğündeki artış en az bulunmuştur.

Colgate Max Fresh diş macunu, yüzey pürüzlülüğünde artışa neden olmamıştır. Çalışmada kullanılan diş macunlarının mine yüzey pürüzlülüğünde artışa neden olmaları bakımından düşükten yükseğe doğru şu şekilde sıralandığı gözlenmiştir; Xyliwhite < Periobiotic < İpana Beyaz Güç Karbonat.

5. TARTIŞMA

Ağız diş sağlığı uygulamalarında, diş macunu ile dişlerin fırçalanması çok önemlidir. Diş macunları başta çürük ve periodontal hastalıkların önlenmesi, başlangıç çürüğünün iyileştirilmesi, hassasiyetin giderilmesi veya beyazlatmak amacıyla hazırlanmıştır (143). Diş macunlarının içeriğinde mekanik temizleyiciler, nemlendiriciler, köpürtücüler, koku maddeleri, tat maddeleri, koruyucu maddeler, su, bağlayıcı ve ayırt edici (çürük önleyici, antitartar, beyazlatıcı, hassasiyet giderici vs.) ajanlar bulunur. İdeal bir diş macunu bakteri plağını uzaklaştırmada etkili olmalı, yüzeyel lekelenmeleri uzaklaştırmalı ve diş sert dokularında ve restoratif materyallerde en az abrazyona ve yüzey pürüzlülüğüne neden olmalıdır (144).

Dişlerin rengi ve parlaklığı hastalar için çok önemli olduğundan, dişlerin beyazlatılması estetik dişhekimliğinde gittikçe büyüyen bir alandır (145,146). Muayenehanelerde profesyonel beyazlatma sistemleri, marketlerde beyazlatıcı diş macunlarının da içinde bulunduğu çeşitli beyazlatıcı ürünlere ulaşılabilir (9). Dişhekimleri bu amaçla mikroabrazyon, makroabrazyon ve bleaching gibi birçok metoda başvurumaktadırlar. Beyazlatıcı diş macunları da bu amaçla kullanılmaktadır. Bu macunların beyazlatıcı özellikleri genellikle abrazivler ve beyazlatıcı bileşiklerle sağlanmaktadır. Beyazlatıcı macunlar plağı azaltmak, diş yüzeyindeki artıkları uzaklaştırmak ve leke ve renklenmelerin giderilmesine yardımcı olmak için kullanılmaktadır (147). Ticari olarak satılan bir çok beyazlatıcı diş macunu mine ve diş yüzeyine zarar veren maddeler içermektedir. Bu yeni diş macunlarının yan etkileri konusunda çok az bilgiye ulaşılabilir (148).

Sunulan çalışmada farklı beyazlatıcılarla birlikte florür, xylitol ve probiyotik gibi çürük önleyici maddeleri de içeren diş macunları kullanılmıştır.

Floridli diş macunlarının etkin çürük önleyici ajan olarak pek çok klinik çeşidi vardır ve birçok gelişmiş ülkede çürük prevalansında azalmada esas faktör olarak kabul edilmektedir. Çocuklarda diş çürüğüne karşı floridli diş

macunları ile plesaboyu karşılaştıran 70 ayrı çalışma, floridli diş macunlarının daimi dentisyonda DMFS'de ortalama %24 azalma sağladığını ortaya koymuştur. Ayrıca yüksek çürük aktiviteli çocuklarda floridli diş macunlarının, artmış konsantrasyon, artmış kullanım sıklığı ve etkin fırçalamada daha etkili olduğu gösterilmiştir (149).

Xylitol, günümüzde çürük önlemede etkili olduğu çalışmalarda saptanan bir tatlandırıcıdır. Başlıca çürük önlemedeki etkisi; karyojen bakterilerce fermente olmaması ve bu sayede plak pH'sı düşmediği için minerin demineralizasyonunu engelleyip remineralizasyonuna katkıda bulunmasıdır. Çalışmalarda xylitolün çürük önlemede etkili olabilmesi için günde 3 kez kullanılması gerektiği bildirilmiştir. Yapılan araştırmaların ışığında sakız çiğneme alışkanlığı olanların özellikle sorbitol ve xylitolü sakızlar tüketmeleri gerektiği bildirilmiştir (150). Xylitol içeren diş macunları da diş çürüğüne karşı koruyucu olacağı düşünülerek yeni üretilmeye başlanmıştır.

Probiyotiklerin antibakteriyel aktiviteyi etkiledikleri, diş çürüğü ve gingivitis gibi dental hastalıklardan kaynaklanan patojenleri kontrol altına alabildikleri bildirilmiştir (151). Günümüzde probiyotik içeren (tabletler, pastiller, sakızlar, diş macunları gibi) çok az ürüne ulaşılabilmektedir. Özellikle probiyotikli sakızlar ilk kez piyasaya sürülmüş ve periodontal hastalıklarla mücadele etmek için formüle edilmiştir. Bunlar karyojenik bakterilerle ve periopatojenlerle mücadele eden *L. reuteri*'nin iki ayrı zincirini içermektedirler. Probiyotikli pastiller, *L. reuteri* Prodentis içerirler. PerioBiotic™ (Designs for Health, Inc.,) diğer hiçbir diş macununda bulunmayan *Lactobacillus paracasei* içeren, doğal ve florid içermeyen bir oral hijyen desteğidir (152). Koshy ve arkadaşlarının 2011 yılında probiyotikli macunların kronik gingivitis olan hastalar üzerindeki etkileri üzerine yaptıkları bir çalışmada, plak ve gingivitis kontrolünde diğer macunlarla karşılaştırıldığında daha etkili olduğu görülmüştür (151). Probiyotikli diş macunları piyasaya yeni sürülen oral hijyen ürünleri oldukları için bu macunlarla ilgili yapılmış çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Mevcut

çalışmamızda abrazyonlar de içeren probiyotikli diş macunlarının diş minesi üzerindeki biyomekanik etkileri diğer diş macunlarıyla karşılaştırılmıştır.

Günümüzde üretilen diş macunlarında bulunan abrazyonlar, hidrat silika, kalsiyum karbonat, dikalsiyum fosfat dihidrat, kalsiyum pirofosfat, alumina ve sodyum bikarbonat'dır. Bu maddeler dişlerin temizlenmesinde ve abrazyon denilen süreçte etkili olan anahtar komponentlerdir. Abrazyon sürecini etkileyen partikül boyutu, şekli, büyüklüğü gibi birçok anahtar parametreler bulunmaktadır (153). Genellikle abrazyonlar diş mine ve dentinine zarar vermeyecek şekilde diş yüzeyindeki lekelerden daha sert olmalıdırlar. Diş üzerindeki lekelerin sertliğini ve gücünü etkileyen faktörler ise, bunların nasıl oluştuğu ve ne kadar süredir var olduğudur (154).

Dişhekimliğinde eğer dişin güvenli bir şekilde temizliği sağlanabiliyorsa, diş macunlarının bir miktar abrazyon olmasının tolere edilebileceği kabul edilmiştir (155,156). Diş macunu formasyonlarının abrazyonitesi genellikle in vitro metodlarla ölçülmektedir. Dentin için radyoaktif dentin abrazyonitesi (RDA), mine için radyoaktif mine abrazyonitesi (REA) olarak adlandırılmıştır (157). ISO diş macunlarının test formülasyonları için, RDA'nın 250'yi geçmemesi gerektiğini bildirmiştir (158). Mine için ise, maksimum bir REA değeri verilmemiştir. Ancak özellikle diş aşınması multifaktöriyel olduğu ve in vivo olarak diş aşınmasını değerlendirmede çok hassas ölçümler yapılamadığı için in vitro RDA ve REA değerlerinin klinik olarak ne anlama geldiğini tahmin etmek zordur.

In vitro modellerin kullanımı, farklı diş aşınma süreçlerinin etkilerini karşılaştırmak ve tahmin etmek için değerlidir ve abrazyon ve erozyonun etkileri üzerinde değerlendirme yapmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. In vitro modeller, uygun maliyet ve çok fazla teknik problemler yaşanmadan, standart şartlar altında çeşitli tedavilerin ve ürünlerin karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır (159). Diş aşınmasının in vivo olarak ölçülmesi, diş yüzeylerinin kopyasını almak ve daha sonra bunları profilometre yöntemiyle taramak olarak tanımlanmaktadır. Ancak bu metod, uzun zaman gerektirmesi, ölçümün hassaslığı ve diş aşınmasının multifaktöriyel

etyolojisine bağılı olarak çok daha zordur (153). Çalışmamızda da bu şartlar göz önüne alınarak in vitro örneklerde çalışılmıştır.

Diş sert dokusu ve restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünü etkileyen faktörler arasında kullanılan diş macununun yapısı, diş fırçasına uygulanan kuvvet ve süre, diş sert dokusu ve restoratif materyallerin organik ve inorganik içeriği yer alır. Yüzey pürüzlülük çalışmalarının diş macunlarından daha çok profilaksi pastaları ile test edildiği görülmektedir. Profilaksi pastalarının yapısının diş macunlarına benzemesi nedeniyle bu pastalar ile yapılan araştırmalar incelenebilir. Yüzey pürüzlülüğü materyal yüzeyinin 2 boyutlu parametresidir. Profilometre adı verilen özel bir cihazla ölçülebilir. Bu cihaz yüzey pürüzlülüğü ile ilgili değerleri rakamsal olarak verebilmektedir (160).

Yüzey pürüzlülüğünün incelendiği çalışmalarda en çok kullanılan yöntem izleyici uçlu cihazlar yardımı ile yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesidir (161). İzleyici uçlu cihazlar ile yapılan incelemeler çok sivri bir izleme ucu kullanılarak ölçüm yapılan yüzey üzerinde, yüzey düzensizliklerine çapraz yönde ve değerlendirme uzunluğu boyunca hareket ettirilirken meydana gelen titreşimlerin büyütülerek, hareketli bir şerit üzerine kaydedilmesi veya göstergeden okunması esasına dayanmaktadır (162). Pikap iğnesi gibi yüzeyde doğrusal bir hat boyunca kayıt yapan cihazlar (Stylus tipi araçlar) işlenmiş yüzeylerin pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde basit bir yöntem olmaları nedeniyle daha sıklıkla tercih edilmektedirler. Bu cihazlarda elmas uçlar kullanılmaktadır. İğnenin uç yarıçapı, yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmeye imkan verecek ölçüde küçük olarak seçilmektedir. Cihazın elmas ucunun çapı 3-20 mikron arasında değişmekte ve çap genişliği azaldıkça ölçüm hassasiyeti artmaktadır (163,164). Pürüzlülük birimi Ra (Roughness Average) değeri olarak bildirilmektedir (165). Çalışmamızda da farklı içerikli diş macunlarının diş yüzeyinde pürüzlülük oluşturup oluşturmadığını ölçmek için yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı (Stylus tipi araçlar) olan profilometre kullanılmıştır.

Kim ve arkadaşları, 2007 yılında yaptıkları çalışmada toplam 20 adet küçük azı dişinin mine yüzeyini incelemişler ve Ra parametresinin ortalama değerini $0,45 \pm 0,522 \mu\text{m}$, Rz parametresinin ortalama değerini ise $2,96 \pm 2,134 \mu\text{m}$ olarak tespit etmişlerdir (166). Bireylerin diş minelerinin yapısal özelliklerinin biyolojik farklılıklar göstermesi ve öte yandan çiğneme, beslenme ve diş fırçalama alışkanlıklarının farklı olmasına bağlı olarak mine yüzeyi pürüzlülük değerlerinin bireysel olarak çok farklı olabileceği bu çalışmanın sonuçları ile bir kez daha görülmüştür.

Kielbassa ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada, diş macunları ve asidik F jellerinin abrazyon etkilerini, sığır kesici dişlerinden alınan sağlıklı ve demineralize edilmiş mine kesitleri üzerinde değerlendirmişlerdir (167). Fırçalama işlemi orta sertlikte bir diş fırçası kullanılarak 275 gr yükleme ile diş fırçalama makinesinde gerçekleştirilmiştir. Abrazyon, lazer profilometre kullanılarak ölçülmüş ve sağlıklı minede demineralize mineyle karşılaştırıldığında %50 daha az bulunmuştur ($p < 0.001$).

Çalışmamızda Colgate Max Fresh diş macunuyla fırçalanan grup dışında bütün gruplarda diş fırçalama işlemi öncesi ve sonrası ölçülen yüzey pürüzlülük değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür. İpana Beyaz Güç Karbonat diş macunu, mine yüzeyini, Colgate Max Fresh diş macunu, Xyliwhite Toothpaste Gel, Periobiotic Probiotic Toothpaste'den daha fazla pürüzlendirmiştir. Xyliwhite diş macunuyla fırçalanan mine örneklerinde ise, yüzey pürüzlülüğündeki artış en az bulunmuştur. Çalışmamızda kullanılan diş macunlarından İpana Beyaz Güç Karbonat'ın aşındırıcısı kalsiyum karbonat, sodyum bikarbonat ve hidrate silika, Xyliwhite Toothpaste Gel'in aşındırıcısı sodyum bikarbonat, Periobiotic Probiotic Toothpaste'in aşındırıcısı kalsiyum karbonat ve sodyum bikarbonattır. Colgate Max Fresh'de ise aşındırıcı bir madde bulunmamaktadır. İpana Beyaz Güç Karbonat diş macunu içerisinde kalsiyum karbonat ve sodyum bikarbonata ilave olarak hidrate silika da bulunmaktadır. Bu nedenle İpana Beyaz Güç Karbonat diş macununun oluşturduğu yüzey pürüzlülüğünün diğer diş macunlarına göre istatistiksel olarak daha fazla olduğunu düşünmekteyiz. Xyliwhite Toothpaste Gel ve Periobiotic Probiotic

Toothpaste'i karşılaştırdığımızda ise, Periobiotic Probiotic Toothpaste içerisinde Xyliwhite Toothpaste Gel'deki sodyum bikarbonata ilave olarak kalsiyum karbonat da bulunmaktadır. Bu nedenle Periobiotic Probiotic Toothpaste'in oluşturduğu pürüzlülüğu, Xyliwhite Toothpaste Gel'in oluşturduğu pürüzlülüğe göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiğini düşünmekteyiz.

Sertlik, materyallerin sürekli deformasyona karşı direnç gösterdiğ i bir yüzey özelliğidir. Yüzey sertliği materyallerin önemli özelliklerinden biridir. Birçok yeni çalışma, beyazlatıcı ürünlerin kimyasal lekelerin çıkarılması ve abraziv özelliklerinin yanında mine, dentin ve restoratif materyallerin sertliğine etkileri üzerine de yapılmaktadır. (145,168). Dental materyallerin ve diş mine yüzeyinin sertlik ölçümlerinde en çok kullanılan metodlar Brinell, Rockwell, Vicker's ve Knoop'dur. Brinell ve Rockwell sertlik testlerinin daha çok metal alaşımlarda, Vicker's ve Knoop sertlik testlerinin ise altın, porselen, kompozit rezinler, simanlar gibi dişhekimliğinde kullanılan bütün materyallerin ve diş minesinin sertliğinin ölçülmesinde kullanılabileceği bildirilmiştir (169). Çalışmamızda mine yüzeyinin incelenmesinden dolayı Vicker's sertlik testi kullanılmıştır. Vicker's sertlik testi restoratif materyallerde ve diş yüzeylerinde yaygın olarak kullanılan bir mikrosertlik testidir (170).

Asidik yiyecek ve içeceklerin mine, dentin ve dolgu materyallerinin mikrosertliği üzerindeki etkilerini değerlendirmek için de birçok çalışma yapılmıştır. Wongkhantee ve arkadaşları 2006 yılında asidik yiyecek ve içeceklerin mine, dentin ve dolgu materyallerinin yüzeyinin sertliğine etkisini incelemişlerdir (4). Rios ve arkadaşları 2008 yılında yaptıkları in situ çalışmada restoratif materyal olarak kompozit rezin (Filtek Z-250), GCIS (Ketac Molar), RMCIS (Vitremer), amalgam (dispersalloy) kullanmıştır (4). Asidik içeceklerin (Coca cola) bu materyaller üzerindeki eroziv etkilerini inceledikleri çalışmada parametrelerden bir tanesini de yüzey sertliği olarak belirlemişlerdir (4).

2006 yılında, Joiner beyazlatıcı diş macunlarının lekelerin çıkarılmasında beyazlatıcı olmayan diş macunlarından daha etkili olduğunu

göstermiştir (145). 2007 yılında, Terezhalmı ve arkadaşları, farklı beyazlatıcı diş macunları arasında dışsal renklenmeleri çıkarması açısından bir fark olmadığını bildirmişlerdir (171). Çok az araştırmacı beyazlatıcı macunların mine ve kompozit rezin lekelerinin üzerindeki etkileri üzerine araştırma yapmıştır (172). Mine yüzey sertliğine diş macunlarının etkileri üzerine de çalışmalar yapılmıştır. 2005 yılında, Joiner ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada beyazlatıcı macunlarla standart diş macunlarının mine abrazivitesi üzerindeki etkilerinde farklılık olmadığı bildirilmiştir (173). Zimmerman ve arkadaşları diş beyazlatma tedavilerinin minenin mekanik özelliklerini değiştirebileceğini bildirmişlerdir (174).

2010 yılında Khamverdi ve arkadaşlarının iki farklı beyazlatıcı diş macununun, minenin ve mikrohibrit kompozit rezinin mikrosertliği üzerindeki etkilerinin karşılaştırıldığı çalışmada, kompozit kontrol grubunun ve kompozit çalışma grubunun yüzey sertliği arasında anlamlı farklar gözlenirken, mine örnek grupları arasında mikrosertlik açısından belirgin bir farklılık saptanmamıştır. Sonuçlar beyazlatıcı diş macunlarının içerisindeki sodyum bikarbonat, silika, sodyum tripolifosfat gibi maddelerin kompozit materyallerin yüzey özelliklerini etkileyebileceğini göstermiştir. Mine mikrosertliğinde elde edilen minimal ya da önemli derecede olmayan azalmalar, çalışmada kullanılan macunların güvenli abrazivler içermesinden kaynaklanıyor olabilir (175).

Çalışmamızda minenin mikrosertliği üzerindeki etkilerini değerlendirmek için 4 farklı diş macunu kullanılmıştır. Colgate Max Fresh diş macunuyla fırçalanan grup dışında bütün gruplarda diş fırçalama işlemi öncesi ve sonrası ölçülen Vicker's mikrosertlik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür. Diş fırçasının minenin mikrosertliği üzerindeki etkilerini azaltmak için yumuşak kıllı diş fırçası kullanılmıştır. İpana Beyaz Güç Karbonat diş macunu, Xyliwhite Toothpaste Gel ve Periobiotic Probiotic Toothpaste ile fırçalanan mine örneklerinin Vicker's mikrosertlik değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlenmiştir. Ancak bu macunların mine örneklerinin yüzey sertliğinde oluşturduğu azalma 3 grup

arasında da istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir. Colgate Max Fresh diş macunu ise minenin mikrosertliğinde bir değişime neden olmamıştır.

7.56 ve 8.19 pH değerleri arasında olan diş macunlarının nötral ya da asidik pH değerlerine sahip olanlardan daha az mine abrazyonuna neden olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmada kullanılan diş macunlarının pH değerleri 7'den büyüktür, bu açıdan mine yüzeyini demineralize etme ve mikrosertliği düşürme özellikleri yoktur.

Ex vivo fırçalama esnasında uygulanan 2,67 N kuvvet in vivo fırçalama esnasında uygulanan kuvvete yakın değerdedir (9). Örneğin, van der Weijden ve arkadaşları in vivo fırçalama kuvvetini iki ayrı çalışmada 267 ve 330 gram olarak ölçmüşler (176), Heasman ve arkadaşları 297 g olarak ölçmüşler (177), Savill ve arkadaşları iki farklı diş fırçası dizaynı için 316 ve 303 gram olarak ölçmüşlerdir (178).

Birçok yazara göre, diş macununun mine ve dentin üzerindeki aşındırıcı etkisi diş macunu içindeki abrazyonlara ve diş fırçasının kıllarının sertliğine bağlı olmaktadır. Diş macununun koroziv etkisiyle, diş fırçası kıllarının mekanik etkisi birlikte aşınmaya neden olabilmektedir (44). Abrazyon ve abrazyon konsantrasyonla ilişkilendirmemek için bu çalışmada bütün örneklerde aynı diş fırçası, aynı operatör tarafından benzer kuvvet uygulanarak kullanılmıştır.

Yüzey mikrosertlik (YMS) ölçümü ve beyazlatma çalışmalarında genellikle insan dişi ya da insan dişine benzer olması nedeniyle sığır dişi kullanılmıştır. İnsan dişi kullanılan araştırmalarda ise daimi 3. molarlar sıklıkla anterior dişlere oranla daha kolay elde edilebilmeleri nedeniyle tercih edilmiştir (179,180). Vicker's sertlik ölçümünün düz bir yüzeyde yapılması gerektiğinden, çalışmamızda daimi kesici dişler kullanılarak örnekler elde edilmiştir.

Mikrosertlik ölçümünün bir çok araştırmada olduğu gibi mutlaka çok iyi polisajlı düz bir yüzeyde yapılması gerekmektedir (181). Bunun nedeni kesilmiş ve düzleştirilmiş mine yüzeyinin morfolojisinin değişmemesinin

avantajlı olduğunun düşünülmesidir (182). Mevcut çalışmada da bu nedenle ölçüm öncesi polisajlama işlemi yapılmıştır.

Örnekler dehidratasyonun önlenmesi için tüm işlemler boyunca oda sıcaklığında deiyonize distile su içinde bekletilmiştir. Bazı araştırmacılar distile suyu tercih ederken bazı araştırmacılar ise örnekleri yapay tükürük içinde 37 °C'de saklamışlardır.

Çalışmamızda diş macunlarının diş minesi yüzeyinde oluşturduğu mekanik değişiklikleri ölçmek için yüzey mikrosertlik (YMS) ölçümünden faydalanılmıştır. YMS ölçümü diş yapısının mineral içeriğindeki kayıp ya da kazançla ilişkili mine ve dentin yüzeyinin mekanik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan temel bir yöntemdir (183). Peroksit ve beyazlatma ürünlerinin mine ve dentin üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği pek çok araştırmada da kullanıldığı görülmektedir (180).

Çalışmamızda YMS ölçümü için Vicker's Microhardness tester (Graigar HVS-1000,Digital Display Microhardness Tester, Zhejiang, Çin) kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda bir grup araştırmacı Knoop Hardnes tester kullanırken (184,185), bazı çalışmalarda ise Vicker's hardness tester kullanılmıştır (186).

Çalışmalardaki metodolojiler farklı olduğu için mikrosertlik değerlerini karşılaştırmak zordur. Örneklere uygulanan yük ve zaman çalışmalarda değişiklik göstermektedir. Çalışmamızda 300 gram kuvvet 15 sn boyunca uygulanmıştır. Fazla yük uygulanırsa minede daha derinlere penetre olmakta ve fırçalamadan etkilenmemiş yüzeyde ölçüm yapılmasına neden olabilmektedir. Böylelikle fırçalama işleminden önceki ve sonraki ölçülen değerler aynı çıkabilmektedir (182).

Neredeyse bir yüzyıl önce Miller, diş macunlarının dental sert dokuları üzerindeki abrazyon etkilerini ilk olarak tanımlamıştır. Macunla fırçalamanın dentine göre daha az olmakla birlikte sağlıklı minenin abrazyonuna neden olduğu bildirilmiştir (187).

Dentinin ticari olarak elde edilebilir diş bakım ürünlerinden az veya çok etkilendiği açıktır; ancak diş macunlarının yaşam boyunca sağlıklı minenin

bütünlüğü üzerindeki etkilerinin ihmal edilebilir seviyede olduğu görülmektedir. Dental minenin mikrosertliği ile abrazyon maddelere karşı dayanıklılığı arasında kuvvetli bir ilişki mevcuttur. Başlangıç çürük lezyonlarının yüzeyi sağlıklı mine yüzeyinden çok daha yumuşak olduğundan çürük-benzeri lezyonların abrazyonlara direnci daha düşük olabilmektedir (167). Çalışmamızda yüzey kusuru bulunmayan çürüksüz dişler kullanılmıştır.

Turssi ve arkadaşları, diş macunlarının asidik bir içeriğe maruz bırakılan minenin abrazyonu üzerindeki rolünü değerlendirdikleri çalışmada sığır minesi örnekleri kullanmışlardır (188). Fırçalama makinesi ile 5.000 fırça darbesi uygulanmıştır. Abrazyon işlemini standardize edebilmek amacıyla otomatik fırçalama makinesi tercih edilmiştir. Önceki çalışmalara dayanılarak fırçalara uygulanan 300 gr kuvvet ortalama fırçalama kuvvetleri ile kıyaslanabilir bir değerdir.

Çalışmamızda yaklaşık 2 dk'lık normal bir fırçalama süresince fırçalamanın çoğunun dişlerin bukkal yüzeyinde gerçekleştirildiği, bunun da her bir bukkal yüzey için günde 2 defa yaklaşık 5 sn harcandığı anlamına geldiği farz edilmiştir. Bu çalışmada her bir örnek için uygulanan toplam 28 dk'lık fırçalama süresinin yaklaşık 1 yıl süreyle herhangi bir bukkal yüzeyi fırçalamaya eşit olduğu düşünülmüştür.

Manuel ve otomatik diş fırçaları ile uygulanan fırçalama kuvvetlerinin miktarı ilk olarak 1967 yılında Fraleigh ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışma ile belirlenmiştir (71). Bu yazarlara göre fırçalama kuvvetleri, kullanılan fırçanın tipinden bağımsız olarak bireyden bireye büyük farklılıklar göstermektedir. Bununla beraber fırça kıllarının yapısı ve dağılımı fırçalama sırasında dişlere uygulanan kuvveti belirlemede etkilidir. Manuel diş fırçaları ile otomatik fırçalara göre daha yüksek fırçalama kuvvetleri uygulanmaktadır. Fırça kıllarının kalınlığı, uzunluğu ve düzenlemesi fırçalama sırasında uygulanan kuvvetleri etkileyen en önemli değişkenlerdir. Yetişkinlerin uyguladığı fırçalama kuvvetleri üzerine yapılan araştırmalarda fırça kıllarının sertliği, araştırmada kullanılan metot ve fırçanın manuel veya otomatik

olmasına bağılı olarak miktarları 203–1533.3 gr arasında değişen sonuçlar bulunmuştur (189). Çalışmamızda otomatik pilli diş fırçası bütün örneklerde aynı operatör tarafından aynı şekilde uygulanmıştır.

İn vitro çalışmaların ağız ortamını tam olarak yansıtması çok güç olduğundan, diş macunlarının diş sert dokularında meydana getirdiği yüzey pürüzlülüğünü araştırmak için laboratuvar çalışmalarına ilave olarak uzun dönem klinik çalışmaların yapılması önerilebilir. Ayrıca, alışmamızda kullanılan diş macunlarının, ağızda kullanılan çeşitli materyallerde ve porselen üzerindeki pürüzlülüğü araştırılabilir.

Azevedo ve arkadaşları, 2008 yılında diş fırçalama sonrası diş yüzey pürüzlülüğündeki değişiminin lazer interferometre ile invitro olarak değerlendirilmesi üzerine yaptıkları bir araştırmada, araştırmaya başlamadan önce diş fırçalama ve diş fırçasının tipi, mine ve dentinde yüzey değişikliklerine neden olur şeklinde bir hipotez kurmuşlardır. Bu hipotezi doğrulamak için, bu çalışmada yumuşak, orta ve sert kıllara sahip diş fırçası ve diş macunuyla fırçalamadan önce ve sonra mine ve yüzey özellikleri invitro olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada test edilen hipotez sadece dentin için geçerli olmuştur. Fırçanın tipi yalnızca dentin yüzeyini etkilemiş, mine yüzeyine zarar vermemiştir. Dentin istatistiksel olarak yumuşak diş fırasında mineyle benzer sonuçları göstermiştir. Ancak orta sertlikte diş fırçasıyla fıraladıktan sonra dentin yüzey pürüzlülüğünde artış görülmüştür. Fırçalama işleminden sonra mine yüzeyi aşınmamıştır. Minenin mineral içeriği yüksektir ve daha serttir. Ancak kırık oluştuğunda dişin servikal bölgesinde stres konsantrasyonuna bağılı olarak mine prizmalarının disorganizasyonu görülebilmektedir. Diş fırçasının etkisi fraktür ekspansiyonunda görülebilmektedir. Yumuşak kıllı fırçalarla abrazyon testi sonucu dentin yüzeyinde aşınma görülmüştür. Ancak bu çalışmada, yumuşak kıllı fırçalar dentin yapısında aşınmaya neden olmamıştır (190). Abrazyonla ilişkilendirmemek için yaptığımız çalışmada diş fırçasının tipinde hiçbir değişiklik yapılmamıştır.

Joiner ve arkadaşlarının 2008 yılında, dört farklı diş macununun diş minesinin aşınmasının ölçülmesi üzerine yaptıkları çalışmada, Perlit içeren diş macunu ve iki farklı beyazlatıcı diş macunu, silika içeren diş macunuyla karşılaştırıldığında minede önemli derecede aşınmaya neden olmamışlardır (9).

Diş macunlarının abrazyonunu değerlendirmek için RDA, ağırlık ve hacim kaybı teknikleri, aşınan materyalin ölçülmesi gibi quantitatif teknikler ve yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesinde kullanılan profilometre gibi qualitative teknikler de bulunmaktadır (191). Bu çalışmaların amacı diş macunlarındaki abrazyon içeriğinin yüksekliği ile diş yüzeyine zarar verme arasındaki ilişkinin araştırılmasıdır (147). Abrazyon çalışmaları, çeşitli mine ve dentin örnekleri üzerinde yapılmaktadır. Diş macunlarının içerisindeki abrazyonlar değişiklik gösterebilmektedir. Ancak günümüzde en çok kullanılan abrazyonlar silika türevleridir. Diş macunlarının abrazyonu, abrazyon miktarına, partikül boyutuna, partikülün yüzey özelliklerine ve ürünlerdeki diğer içeriklerin kimyasal özelliklerine bağlı olabilmektedir. Diş fırçasının abrazyon üzerindeki etkisini diş macunundan ayırt etmek zordur, muhtemelen abrazyon ikisi arasındaki etkileşime bağlı olmaktadır (192). Yıllardır diş fırçalarının abrazyona dolaylı olarak, gözardı edilebilecek miktarlarda katkıda bulunduğu söylenmiştir (193).

Beyazlatıcı macunlarla geleneksel macunların abrazyonunun karşılaştırıldığı çalışmalarda sonuçlar çeşitlilik göstermektedir. Bazı çalışmalarda beyazlatıcı macunların geleneksel macunlardan daha fazla aşınmaya neden olmadığı bildirilirken bazılarında ise, en fazla aşınmaya neden olan diş macunları beyazlatıcı olanlar bulunmuştur (194). Johannsen ve arkadaşlarının 2012 yılında diş macunlarının abrazyonları üzerine yaptıkları bir çalışmada, iki farklı beyazlatıcı macunla geleneksel diş macununun diş yapısı üzerindeki abrazyonları üzerinde önemli farklılıklar gözlemlenmemiştir (195). Bizim çalışmamızda beyazlatıcı macun İpana Beyaz Güç Karbonat'ın diş minesini üzerindeki abrazyonu en fazla bulunmuştur. Diş macunlarının abrazyonunu tanımlarken, yüzey pürüzlülüğü değerine dikkat etmek de önemlidir.

Dentindeki diş macunu abrazivitesi profilometre ölçümlerinde mineden daha fazla bulunmuştur (191). Dentin mineden daha yumuşaktır ve birçok diş macunu abraziyi dentine yakın sertlikte veya daha serttir.

Diş macunlarının diş yüzeylerinde neden olduğu abrazyonu ölçmek için bir çok metod bulunmaktadır. Ancak bu in vitro teknikleri değerlendiren çalışmalar bulunmamaktadır. Klinik olarak mine ve dentin abrazivitesini ölçmek çok zordur. İn vitro şartlarda bunu yapmak, doğru ölçümler yapılmasına olanak sağlayacağı gibi, zaman, fırçalama kuvveti gibi değişkenlerin de standardizasyonu sağlamaktadır (196).

İn vitro bulguları klinik durumla karşılaştırırken dikkatli olmak gerekmektedir. Çünkü diş aşınması, oluşumunda erozyonun daha baskın bir faktör olduğu erozyon, abrazyon ve atrizyonun hep birlikte rol oynadığı multifaktöriyel bir olgudur (196).

6. SONUÇ

Farklı içerikli diş macunlarının daimi kesici dişlerin mine yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertliği üzerindeki etkilerinin in vitro olarak değerlendirildiği bu çalışmada;

1. İpana Beyaz Güç Karbonat diş macunu, Xyliwhite diş macunu, Periobiotic probiotic diş macunu ile fırçalanan daimi kesici diş mine örneklerinin yüzey pürüzlülüğünde anlamlı derecede artma, mikrosertliğinde anlamlı derecede azalma gözlenmiştir.
2. Mine yüzey sertliği değerlerindeki azalmada İpana Beyaz Güç Karbonat diş macunu, Xyliwhite diş macunu ve Periobiotic probiotic diş macunu grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.
3. Xyliwhite diş macunuyla fırçalanan mine örneklerinde, yüzey pürüzlülüğündeki artış en az bulunmuştur.
4. İpana Beyaz Güç Karbonat diş macunu, diş mine yüzeyinde diğer diş macunlarından istatistiksel olarak anlamlı fark gösterecek şekilde daha fazla yüzey pürüzlülüğüne neden olmuştur.
5. Periobiotic probiotic diş macunuyla fırçalanan mine örneklerinin yüzey pürüzlülüğündeki artma, İpana Beyaz Güç Karbonat diş macunu ile fırçalanan mine örneklerinden daha az, Xyliwhite macunlarla fırçalanan mine örneklerinden daha fazla gözlenmiştir.
6. Colgate Max Fresh diş macunu ise mine örneklerinin yüzey pürüzlülüğünde azalmaya neden olmuştur. Ancak bu azalma istatistiksel olarak anlamlı değildir.

7. KAYNAKLAR

1. Davies, R., Scully C., Preston A.J., Dentifrices--an update, Med Oral Patol Oral Cir Bucal., Nov, 15(6), 976-82, 2010.
2. Ülgen, R., Diş macunları ve Klinik Etkinlikleri, www.remziulgen.com.
3. Fischman, S.L., The history of oral hygiene products: How far have we come in 6000 years? Periodontol 2000, 15, 7-14, 1997.
4. Sarı, M.E., Günlük tüketilen yiyecek ve içeceklerin çocuklarda mine ve dolgu materyalleri üzerindeki etkisinin incelenmesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Pedodonti Anabilim Dalı Doktora Tezi, 2009.
5. Avcı, B., Baysal, S.U., Gökçay, G., Çocuklarda Flor Kullanımının Yarar ve Zararlarının Değerlendirilmesi, Çocuk Dergisi 9(1), 8-15, 2009.
6. American Academy on Pediatric Dentistry Council on Clinical Affairs, Policy on the Use of Xylitol in Caries Prevention, Pediatr Dent., 30(7), 36-37, 2008-2009.
7. Erten, Ö., Diş çürüklerine karşı probiyotiklerin kullanılma olanakları, Yüksek lisans tezi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Isparta, 2005.
8. Bonifait, L., Chandad, F., Grenier, D., Probiotics for oral health: myth or reality? J Can Dent Assoc., 75(8), 585-590, 2009.
9. Joiner, A., Pickles, M.J., Lynch, S. and Cox Wirral, T.F., The measurement of enamel wear by four toothpastes, Int Dent J., 58(1), 23-28, 2008.
10. Manisalı, Y., Koray, F., Ağız-Diş Embriyolojisi ve Histolojisi, Yenilik Basımevi, İstanbul, 1982.

11. Jansen Van Rensburg, B.G., Oral Biology, Vol I. Quintessence Publishing, p, 425–474, 1995.
12. Shashikiran, N.D., Subba Reddy, V.V., Hiremath, M.C., Estimation of trace elements in sound and carious enamel of primary and permanent teeth by atomic absorption spectrophotometry: an in vitro study, Indian J Dent Res.,18(4), 157-162, 2007.
13. Sarkar, S., Roychowdhury, P., Chemical analysis of sound and carious enamel of permanent tooth, J Indian Soc Pedod Prev Dent., 15(4), 121-123, 1997.
14. Besic, F.C., Bayard, M., Wiemann, M.R., Burrell, K.H., Composition and structure of dental enamel: elemental composition and crystalline structure of dental enamel as they relate to its solubility. JADA.,91,594-601, 1975.
15. Eugene, P.L., Dental Biochemistry, Second Edition, Lea & Febiger, p, 1-347, 1976.
16. Williams, A.D., Elliott, J.C., Basic and applied dental biochemistry, Churchill Livingstone, p, 34-48, 1979.
17. Weatherell, J.A., Robinson, C., Hallsworth, A.S., Variation in the chemical composition of human enamel, J Dent Res., 53, 180-192, 1974.
18. Nanci, A., Ahluwalia, J.P., Zalzal, S., Smith, C.E., Cytochemical and biochemical characterization of glycoproteins in forming and maturing enamel of the rat incisor, J Histochem., 37(11), 1619 -1633, 1989.
19. Bonte, E., Deschamps, M., Goldberg, M., Vernois, V., Quantification of free water in human dental enamel, J Dent Res.,67,880-882, 1988.
20. Jenkins, G.N., The physiology and biochemistry of the mouth, London, Blackwell Scientific Publications, p, 113-127, 1978.

21. Vila Verde, A., Ramos, M.M., Stoneham, A.M., The role of mesoscopic modelling in understanding the response of dental enamel to mid-infrared radiation. *Phys Med Biol.*,52, 2703-2717, 2007.
22. Robinson, C., Kirkham, J., Brookes, S.J., Shore, R.C., Chemistry of mature enamel, In Robinson, C., Kirkham, J., Shore, R.C. editors, *Dental enamel formation to destruction*, 1st ed, Florida, CRC Pres, 167-187, 1995.
23. Brown, W.E.B., Crystal growth of bone mineral, *Clin Orthop Relat Res.*, 44, 205-220, 1966.
24. Okazaki, M., F-CO₃ interaction in IR spectra of fluoridated CO₃-apatites. *Calcif Tissue Int.* 35(1), 78-81, 1983.
25. Aoba, T., The effect of fluoride on apatite structure and growth, *Crit Rev Oral Biol Med.*, 8(2), 136-153, 1997.
26. Pleshko, N., Boskey, A., Mendelsohn, R., Novel infrared spectroscopic method for the determination of crystallinity of hydroxyapatite minerals, *Biophys J.*, 60(4), 786-793, 1991.
27. Dorozhkin, S.V., Epple, M., Biological and medical significance of calcium phosphate, *Angew Chem Int Ed Engl.*,41(17), 3130–3146, 2002.
28. Legeros, R.Z., Apatites in biological systems, *Progress in Crystal Growth and Characterization*, 4, 1-45, 1981.
29. Le Fevre, M.L., Bale, W., Hodge, H.C., The chemical nature of the inorganic portion of fetal tooth substance, *J Dent Res.*,16, 85, 1937.
30. Murray, M.M., The calcium, magnesium and phosphorus content of teeth of different animals, A brief consideration of the mechanism of calcification. *Biochemical Journal*, 30, 1567, 1936.

31. Burnett, G.W., Zenewitz, J.A., Studies of the composition of teeth, VIII. The composition of human teeth, J Dent Res., 37(4), 590-600, 1958.
32. Coklica, V., Brudevold, F., Density fractions in human enamel. Arch Oral Biol., 11(12), 1261-1268, 1966.
33. Brudevold, F., Bakhos, Y., Srinivasan, B.N., Separation of human enamel structures by density fractionation, Arch Oral Biol., 21(2), 113-119, 1976.
34. Elliott, J.C., The problems of the composition and structure of the mineral components of the hard tissues, Clin Orthop Relat Res., 93, 313-345, 1973.
35. Trautz, O.R., X ray diffraction of biological and synthetic apatites, Ann N Y Acad Sci., 60(5), 696-712, 1955.
36. Newbrun, E., Dental research: problems, progress, and prognosis, J Dent Res, 68(10), 1377-1378, 1989.
37. Dayangaç, B., Kompozit Rezin Restorasyonlar, Güneş Kitabevi Ltd. Şti., Ankara, 2-20, 2000.
38. Robinson, C., Arends, J., "Kinetiks of deminerilization and reminerilazition", Deminerilization and Reminerilazition of the teeth, Leach, S. A., Edgar, V., M., IRL Pres, Samos Greece, 113-126, 1982.
39. Ten Cates, A.R., Oral Histology Development Structure And Function, ElsevierIndia, 1998.
40. Bartlett, D.W., Shah, P.A., Critical review of noncarious cervical (wear) lesions and role of abfraction, erosion and abrasion, J Dent Res., 85(4), 306-312, 2006.
41. Çelik, Ç., Özgünaltay, G., Attar, N., Diş Aşınmaları, Hacettepe Üniv. Diş Hek. Fak. Derg., 31(2), 22-30, 2007.

42. Çetin, N., Ksilitol ve florürün asidik bir içeceklerle oluşan dental erozyona etkilerinin in vitro olarak incelenmesi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 2004.
43. Mair, L.H., Understanding Wear in Dentistry, *Compend Contin Educ Dent.*, 20(1), 19-30, 1999.
44. Imfeld, T., Dental erosion, Definition, classification and links, *Eur J Oral Sci.*, 104(2), 151-155, 1996.
45. Moss, S.J., Dental erosion, *Int Dent J.*, 48(6), 529-539, 1998.
46. Dahl, B.L., Krogstad, O., Karlsen, K., An alternative treatment in cases with advanced localized attrition, *J. Oral Rehabil.*, 2(3), 209-214, 1975.
47. Shugars, D.A., Shugars, D.C., Patient assessment, examination and diagnosis and treatment planning, In: 'Sturdevant's, The art and science of operative dentistry' (Ed. T.M. Roberson, H.O. Heymann, E.J. Swift), IV. Baskı, Mosby Inc., Missouri, 87-428, 2002.
48. Abdullah, A., Sherfudhin, H., Omar, R., Johansson, A., Prevalence of occlusal tooth wear and its relationship to lateral and protrusive contact schemes in a young adult Indian population, *ACTA Odontol. Scand.*, 52(4), 191-197, 1994.
49. Gilmour, A.G., Beckett, H.A., The voluntary reflux phenomenon, *Br Dent J.*, 175(10), 368-372, 1993.
50. Roberson, T.M., Sturdevant, C.M., Fundamentals in tooth preparation. In: 'Sturdevant's, The art and science of operative dentistry' (Ed. T.M. Roberson, H.O. Heymann, E.J. Swift), IV. Baskı, Mosby Inc., Missouri, 269- 306, 2002.
51. Litonjua, L.A., Andreana, S., Bush, P.J., Cohen, R.E., Tooth wear: Attrition, erosion and abrasion, *Quintessence Int.*, 34(6), 435-446, 2003.

52. Lussi, A., Jaeggi, T., Zero, D., The role of diet in the aetiology of dental erosion, *Caries Res.*, 38(1), 34-44, 2004.
53. Zero, D.T., Etiology of dental erosion-extrinsic factors, *Eur J Oral Sci.*, 104(2), 162-177, 1996.
54. Bartlett, D.W., Evans, D.F., Anggiansah, A., Smith, B.G., A study of the association between gastro-oesophageal reflux and palatal dental erosion, *Br Dent J.*, 181(4), 125-131, 1996.
55. Scheutzel, P., Etiology of dental erosion- Intrinsic factors, *Eur J Oral Sci.*, 104(2), 178-190, 1996.
56. Robb, N.D., Smith, B.G., Prevalence of pathological tooth wear in patients with chronic alcoholism, *Br Dent J.*, 169(11), 367-369, 1990.
57. Bishop, K., Kelleher, M., Briggs, P., Joshi, R., Wear now? An update on the etiology of tooth wear, *Quintessence Int.*, 28(5), 305-313, 1997.
58. Hattab, F.N., Yassin, O.M., Etiology and diagnosis of tooth wear: A literature review and presentation of selected cases, *Int J Prosthodont.*, 13(2), 101-107, 2000.
59. Smith, B.G., Knight, J.K., A comparison of patterns of toothwear with aetiological factors, *Br Dent J.*, 157(1), 16-19, 1984.
60. Meurman, J.H., Ten Cate, J.M., Pathogenesis and modifying factors of dental erosion, *Eur J Oral Sci.*, 104(2), 199-206, 1996.
61. Grippo, J.O., Abfraction: A new classification of hard tissue lesion of the teeth, *J Esthet Dent.*, 3(1), 14-19, 1991.
62. Levitch, L.C., Bader, J.D., Shugars, D.A., Heymann, H.O., Noncarious cervical lesions, *J Dent.*, 22(4), 195-207, 1994.
63. Bayne, S.C., Thompson, J.Y., Taylor, D.F., Dental materials. In: 'Sturdevant's, The art and science of operative dentistry' (Ed. T.M.

Robenson, H.O. Heymann, E.J. Swift), IV. Baskı, Mosby Inc., Missouri, 133-234, 2002.

64. Rees, J.S., The role of cuspal flexure in the development of abfraction lesions: a finite element study, *Eur J Oral Sci.*, 106(6), 1028-1032, 1998.
65. Litonjua, L.A., Andreana, S., Bush, P.J., Tobias, T.S., Cohen, R.E., Noncarious cervical lesions and abfractions, *J Am Dent Assoc.*, 134(7), 845-850, 2003.
66. Grippo, J.O., Simring, M., Schreiner, S., Attrition, abrasion, corrosion and abfraction revisited, a new perspective on tooth surface lesion, *J Am Dent Assoc.*, 135(10), 1376, 2004.
67. Watson, I.B., Tulloch, E.N., Clinical assessment of cases of tooth surface loss. *Br Dent J.*, 159(5), 144-148, 1985.
68. Akgül, H.M., Akgül, N., Karaoğlanoğlu, S., Özdebak, N., A survey of the correspondence between abrasions and toothbrushing habits in Erzurum, Turkey, *Int Dent J.*, 53(6), 491-495, 2003.
69. Bergström, J., Lavedstedt, S., An epidemiologic approach to toothbrushing and dental abrasion, *Community Dent Oral Epidemiol.*, 7(1), 57-64, 1979.
70. Saxton, C.A., Cowell, C.R., Clinical investigation of the effects of dentifrices on dentin wear at the cemento-enamel junction. *J Am Dent. Assoc.*, 102(1), 38-43, 1981.
71. Fraleigh, C.M., Mc Elhaney, J.H., Heiser, R.A., Toothbrushing force study, *J Dent Res.*, 46(1), 209-214, 1967.
72. Perry, D.A., Plaque control for the periodontal patient, In: 'Carranza's Clinical Periodontology'(Ed. M.G. Newman, H.H. Takei, F.A.

- Carranza)', IX. Baski, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 651-674, 1999.
73. Macgregor, I.D., Rugg-Gunn, A.J., A survey of toothbrushing sequence in children and young adults, *J Periodontal Res.*, 14(3), 225-230, 1979.
 74. Sangnes, G., Traumatization of teeth and gingiva related to habitual tooth cleaning procedures, *J Clin Periodontol.*, 3(2), 94-103, 1976.
 75. Addy, M., Mostafa, P., Newcombe, R.G., Dentine hypersensitivity: The distribution of recession, sensitivity and plaque, *J Dent.*, 15(6), 242-248, 1987.
 76. Orchardson, R., Collins, W.J., Clinical features of hypersensitive teeth, *Br Dent J.*, 162(7), 253-256, 1987.
 77. British, Standard Institution, Determination of stiffness of the tufted area of toothbrushes (BS 5757), Park Street, London W1A 2BS, 1987.
 78. Kuroiwa, M., Kodaka, T., Kuroiwa, M., Microstructural changes of human enamel surfaces by brushing with and without dentifrice containing abrasive, *Caries Res.*, 27(1), 1-8, 1993.
 79. Lobene, R.R., Effect of dentifrices on tooth stains with controlled brushing, *J Am Dent Assoc.*, 77(4), 849- 855, 1968.
 80. Bartlett, D., Smith, B.G., Definition, classification and clinical assesment of attrition, erosion and abrasion of enamel and dentine. In: 'Tooth Wear and Sensitivity' (Ed. M. Addy, G. Embery, W.M. Edgar, R. Orchardson), Martin Dunitz Ltd, London, 87-92, 2000.
 81. Eisenburger, M., Shellis, R.P., Addy, A., Comparative study of wear of enamel induced by alternating and simultaneous combinations of abrasion and erosion in vitro, *Caries Res.*, 37(6), 450-455, 2003.

82. Attin, T., Buchalla, W., Gollner, M., Hellwing, E., Use of variable remineralization periods to improve the abrasion resistance of previously eroded enamel, *Caries Res.*, 34(1), 48-52, 2000.
83. Anusavice, K.J., Phillip's Science of Dental Materials, 11th ed. St. Louis, Elsevier; 2003.
84. Poskus, L.T., Placido, E., Cardoso, P.E., Influence of placement techniques on Vicker's and Knoop hardness of Class II composit resin restorations, *Dent Mater.*, 20(8), 726-732, 2004.
85. Karahanlı, I. A., Farklı yüzey işlemleri uygulanmış alaşım gruplarına bakteri tutunmasının in vitro olarak değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Ankara Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2002.
86. Fischman, S.L., Yankell, S.L., Dentifrices, Mouthrinses and Chewing Gums, In: Harris NO, Garcia-Godoy F, editors, Primary Preventive Dentistry, New Jersey: Prentice Hall. p, 119-136, 2004.
87. Dentifrices and Mouthwashes Accepted Dental Therapeutics by Council on American Dental Associations, Chicago: American Dental Association, p, 306- 309, 1975.
88. Özalp, Ş., Kitosan ve propolis içeren yeni geliştirilmiş diş macunlarının diş dokuları üzerine etkilerinin ve biyomekanik özelliklerinin değerlendirilmesi, Gazi Üniversitesi, Doktora tezi, Ankara, 2007.
89. Department of Health and the British Association for the Study of Community Dentistry. Delivering Better Oral Health, An evidence based toolkit for prevention, Gateway Ref, 8504, 2009.
90. Davies, R.M., Ellwood, P.P., Davies, G.M., The effectiveness of a toothpaste containing triclosan and polyvinyl-methylether maleic acid copolymer in improving plaque control and gingival health, A systematic review, *J Clin Periodontol.*, 31(12), 1029-1033, 2004.

91. de Almeida, B.S., da Silva Cardoso, V.E., Buzalaf, M.A., Fluoride ingestion from toothpaste and diet in 1- to 3-year-old Brazilian children, *Community Dent Oral Epidemiol.*, 35(1), 53-63, 2007.
92. Hong, L., Levy, S.M., Warren, J.J., Broffitt, B., Cavanaugh, J., Fluoride intake levels in relation to fluorosis development in permanent maxillary central incisors and first molars, *Caries Res.*, 40(6), 494-500, 2006.
93. Silva, M.F., Giniger, M.S., Zhang, Y.P., DeVizio, W., The effect of a triclosan/copolymer/fluoride liquid dentifrice on interproximal enamel remineralization and fluoride uptake, *J Am Dent Assoc.*, 135(7), 1023-1029, 2004.
94. Newbrun, E., *Cariology*. 2nd ed., Williams and Wilkins, Baltimore, London, p, 274-290, 1983.
95. Beyhan, M., Atık çamurlar ve doğal malzemeler ile sulardan florür iyonu gideriminin araştırılması, *Doktora Tezi*, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2003.
96. Centers for Disease Control and Prevention. *MMWR Recomm Rep.*, 50, 8, 2001.
97. Buzalaf, M.A., Pessan, J.P., Honório, H.M., ten Cate, J.M., Mechanisms of action of fluoride for caries control, *Monogr Oral Sci.*, 22, 97-114, 2011.
98. Adair, S.M., Evidence-based use of fluoride in contemporary pediatric dental practice, *Pediatr Dent.*, 28(2), 133-142, 2006.
99. American Academy of Pediatric Dentistry, *Reference Manual, Fluoride Therapy*, AAPD Clinical Guidelines, 32, 143-146, 2008.
100. Featherstone, J.D., The science and practice of caries pre-vention, *J Am Dent Assoc.*, 131, 877-899, 2000.

101. Apel, C., Schafer, C., Gutknecht, N., Demineralization of Er:YAG and Er,Cr:YSGG laser-prepared enamel cavities in vitro. *Caries Res.*, 37(1), 34-37, 2003.
102. Brothwell, D., Limeback, H., Breastfeeding is protective against dental fluorosis in a nonfluoridated rural area of Ontario, Canada, *Journal of Human Lactation*, 19(4), 386-390, 2003.
103. İÜ. Diş Hekimliği Fak. Pedodonti AD. Prof. Dr. Oya Aktören, www.istanbul.edu.tr/dishekimligi.com.tr, 2006.
104. Can, C.D., Diş macunu fonksiyonlarının incelenmesi, Pedodonti Anabilim Dalı, Ankara, Ankara Üniversitesi, p, 1-18, 1999.
105. Sensabaugh, C., Sagel, E.M., Stannous fluoride: Dentifrice with sodium hexametaphosphate: Review of laboratory, clinical and practice-based data, *J Dent Hyg.*, 83(2), 70-78, 2009.
106. Liu, H., Segreto, V.A., Baker, R.A., Anticalculus efficacy and safety of a novel whitening dentifrice containing sodium hexametaphosphate: a controlled sixmonth clinical trial, *J Clin Dent.*, 13(1), 25-28 2002.
107. Bartlett, D., Etiology and prevention of acid erosion *Compend Contin Educ Dent.*, 30 (9), 616-620, 2009.
108. Aksoy, Z.M., Farklı İki Diş Macununun Plak Önleyici Etkilerinin Dijital Plak Görüntüleme Analizi İle Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Yeditepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Periodontoloji Anabilim Dalı, 2012.
109. Brikked D., Kalfas S., Svansater G., Edwardsson S.. Microbiological aspects some caloric sugar substitutes, *Int Dent J.*, 35(1), 9-17, 1985.
110. Hildebrandt, G.H., Sparks, B.S., Maintaining mutans streptococci suppression with xylitol chewing gum, *J Am Dent Assoc.*, 131(7), 909-916, 2000.

111. Makinen, K.K., Bennett, C.A., Hujoel, P.P et al, Xylitol chewing gums and caries rates: a 40-mouth cohort study, J Dent Res.,74(12), 1904-1913, 1995.
112. Trahan, L., Xylitol, A review of its action on mutans streptococci and dental plaque-Its clinical significance, Int Dent J.,45(1), 77-92, 1995.
113. Newbrun, E., Cariology, Third Edition, Quintessence Publishing Co, Inc, Chicago, Illionis, 13-273, 1989.
114. Bradshaw, D.J., Marsh, P.D., Effect of sugar alcohols on the composition and metabolism of a mixed culture of oral bacteria grown in a chemostot, Caries Res., 28(4), 251-256, 1994.
115. Kertesz, P., Schuder, L, Szöke, J., et al, Collaborative WHO xylitol field studies in Hungary, VI. Changes in the carbohydrate to protein ratio of dental plaque, Acta Odontol Scand., 43(6), 377-380, 1985.
116. Isokangas, P., Alanen, P., Tiekso, J., Makinen, K.K., Xylitol chewing gum in caries prevention: a field study in children, JADA., 117(2), 315-320, 1988.
117. Makinen, K.K., Sweeteners and prevention of dental caries, Oral Health., 78(9), 57-66, 1988.
118. Arends, J., Christoffersen, J., Schuthof, J., Smits, M.T., Influence of xylitol on demineralization of enamel, Caries Res., 18(4), 296-301, 1984.
119. Makinen, K.K., New biochemical aspects of sweeteners, Int Dent J., 35(1), 23-35, 1985.
120. Petersson, L.G., Birkhed, D., Glerup, A., Johansson, M., Jönsson, G., Caries-preventive effect of dentifrices containing various types and concentrations of fluorides and sugar alcohols, Caries Res., 25(1), 74-79, 1991.

121. Rasic, J.L., The role of dairy foods containing bifido and acidophilus bacteria in nutrition and health, *N Eur Dairy J.*, 4, 80-88, 1983.
122. Brown, A.C., Valiere, A., Probiotics and medical nutrition therapy, *Nutr Clin Care.*, 7(2), 56-68, 2004.
123. Meurman, J.H., Stamatova, I., Probiotics: contributions to oral health, *Oral Dis.*, 13(5), 443-451, 2007.
124. Dugas, B., Mercenier, A., Lenoir-Winjkooop, I., Arnaud, C., Dugas, N., Postaire, E., Immunity and probiotics, *Immunol Today.*, 20(9), 387-390, 1999.
125. Isolauri, E., Joensuu, J., Suomalainen, H., Luomala, M., Vesikari, T., Improved immunogenicity of oral D x RRV reassortant rotavirus vaccine by *Lactobacillus casei* GG, *Vaccine*, 13(3), 310-312, 1995.
126. Gionchetti, P., Rizzello, F., Campieri, M., Probiotics and antibiotics in inflammatory bowel disease, *Curr Opin Gastroenterol.*, 17(4), 331-335, 2001.
127. Çağlar, E., Kargul, B., Tanboga, I., Bacteriotherapy and probiotics'role on oral health, *Oral Dis.* 11(3), 131-137, 2005.
128. Comelli, E.M., Guggenheim, B., Stingle, F., Neeser, J.R., Selection of dairy bacterial strains as probiotics for oral health, *Eur J Oral Sci.*, 110(3), 218-224, 2002.
129. Silva, M., Jacobus, N.V., Deneke, C., Gorbach, S.L., Antimicrobial substance from a human *Lactobacillus* strain, *Antimicrob Agents Chemother.*, 31(8), 1231-1233, 1987.
130. Ouwehand, A.C., Antimicrobial components from LAB, In: S, Wright, A., eds, *Lactic acid bacteria*, New York: Marcel Dekker Inc., p, 139-159, 1998.

131. Ostengo, M.C., Nader-Macias, E.M., Hydroxylapatite beads as an experimental model to study adhesion of lactic acid bacteria from the oral cavity to hard tissues, *Methods Mol Biol.*, 268, 447-452, 2004.
132. Reid, G., McGroarty, J.A., Angotti, R., Cook, R.L., Lactobacillus inhibitor production against *Escherichia coli* and coaggregation ability with uropathogens, *Can J Microbiol.*, 34(3), 344-351, 1998.
133. Boris, S., Suarez, J.E., Barbes, C., Characterization of the aggregation promoting factor from *Lactobacillus gasseri*, a vaginal isolate, *J Appl Microbiol.*, 83(4), 413-420, 1997.
134. Haukioja, A., Loimarant, V., Tenovu, J., Probiotic bacteria affect the composition of salivary pellicle and streptococcal adhesion in vitro, *Oral Microbiol Immunol.*, 23(4), 336-343, 2008.
135. Kang, M.S., Kim, B.G., Chung, J., Lee, H.C., Oh, J.S., Inhibitory effect of *Weissella cibaria* isolates on the production of volatile sulphur compounds, *J Clin Periodontol.*, 33(3), 226-232, 2006.
136. Yli-Knuuttila, H., Snäll, J., Kari, K., Meurman, J.H., Colonization of *Lactobacillus rhamnosus* GG in the oral cavity, *Oral Microbiol Immunol.*, 21(2), 129-131, 2006.
137. Selwitz, R.H., Ismail, A.I., Pitts, N.B., Dental caries, *Lancet*, 369 (9555), 51-59, 2007.
138. Gedalia I, Ionat-Bendat D, Ben-Mosheh S, Shapira L., Tooth enamel softening with a cola type drink and rehardening with hard cheese or stimulated saliva in situ, *Oral Rehabil.*, 18(6), 501-506, 1991.
139. Kang, M.S., Chung, J., Kim, S.M., Yang, K.H., Oh, J.S., Effect of *Weissella cibaria* isolates on the formation of *Streptococcus mutans* biofilm, *Caries Res.*, 40(5), 418-425, 2006.

140. Näse, L., Hatakka, K., Savilahti, E., Saxelin, M., Pönkä, A., Poussa, T., Korpela, R., Meurman, J.H., Effect of long-term consumption of a probiotic bacterium, *Lactobacillus rhamnosus* GG, in milk on dental caries and caries risk in children, *CariesRes.*, 35(6), 412-420, 2001.
141. Nikawa, H., Makihira, S., Fukushima, H., Nishimura, H., Ozaki, K., Darmawan, S., Hamada, T., Hara, K., Matsumoto, A., Takemoto, T., Aimi, R., *Lactobacillus reuteri* in bovine milk fermented decreases the oral carriage of mutans streptococci, *Int J Food Microbiol.*, 95(2), 219-223, 2004.
142. Çağlar, E., Kavaloğlu, S.C., Kuşçu, O.O., Sandallı, N., Holgerson P.L., Twetman, S., Effect of chewing gums containing xylitol or probiotic bacteria on salivary mutans streptococci and lactobacilli, *Clin Oral Investig.*, 11(4), 425-429, 2007.
143. Pamir, T., Korkut, Z.O., Tezel, H., Köse, T., Özata, F., Aşındırıcılık değerleri farklı beyazlatıcı diş macunlarının kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertliğine etkilerinin incelenmesi, *Gazi Üni Diş Hek Fak Derg.*, 24, 89-95, 2007.
144. Senawongse, P., Pongprueksa, P., Surface roughness of nanofill and nanohybrid resin composites after polishing and brushing, *J Esthet Restor Dent.*, 19(5), 265-273, 2007.
145. Joiner, A., Review of the extrinsic stain removal and enamel/dentin abrasion by a calcium carbonate and perlite containing whitening toothpaste, *J Int Dent.*, 56(4), 175-180, 2006.
146. Pugh, G., Zaidel, L., Lin, N., Stranick, M., Bagly, D., High levels of hydrogen peroxide in overnight tooth-whitening formulas: effects on enamel and pulp, *J Esthet Restor Dent.*, 17(1), 40-45, 2005.
147. Joiner, A., Philpotts, C.J., Ashcroft, A.T., Laucello, M., Salvaderi, A., In vitro cleaning, abrasion and fluoride efficacy of a new silica based

- whitening toothpaste containing blue covarine, *J Dent.*, 36(1), 32-37, 2008.
148. Meyers, I.A., Mcqueen, M.J., Harbrow, D., Scymour, G.J., The surface effect of dentifrices, *Aust Dent J.*, 45(2), 118-124, 2000.
149. Stookey, G.K., De Paola, P.F., Featherstone, J.D.B., Fejerskov, O., Möller, I.J., Rotberg, S., Stephen, K.W., Wefel, J.S., A critical review of the relative anticaries efficacy of sodium fluoride and sodium monofluorophosphate dentifrices, *Caries Res.*, 27(4), 337-360, 1993.
150. Vezirköprü, O., Xylitolü Ürünlerin Diş Çürüğünü Önlemedeki Etkisinin Araştırılması, Bitirme Tezi, 2010.
151. Philip, K., Swaminathan, D., Muniandy, S., Yaacob, H., Efficacy of Probiotic Toothpaste on subjects with Periodontitis - A Randomised Double-Blind Study, *Res J Biotech.*, 6(1), 39-42, 2011.
152. Mohanty, R., Nazareth B., Shrivastava N., The potential role of probiotics in periodontal health, *RSBO.*, 9(1), 85-88, 2012.
153. Pickles, M.J., Tooth Wear, In: Duckworth RM (ed) *The Teeth and Their Environment*, Monogr Oral Sci., 19, 86-104, 2006.
154. Davis, W.B., The cleaning, polishing and abrasion of teeth by dental products, London: Academic Press, In: Breuer MM (ed) *Cosmetic Science* 1, 9-81. 1978.
155. Stookey, G.A., Burkhard, T.A., Schemehorn, B.R., In vitro removal of stain with dentifrices, *J Dent Res.*, 61(11), 1236-1239, 1982.
156. Forward, G.C., Role of toothpastes in the cleaning of teeth, *Int Dent J.*, 41(3), 164-170, 1991.

157. Grabenstetter, R.J., Broge, R.W., Jackson, F.L., The measurement of the abrasion of human teeth by dentifrice abrasives: A test a test utilizing radioactive teeth, J Dent Res., 37(6), 1060-1068, 1958.
158. International Standards Organization ISO 11609, Dentistry-toothpastes requirements, test methods and marking, 1-10. Geneva: International Organisation for Standardization, 1995.
159. Philpotts, C.J., Weader, E., Joiner, A., The measurement in vitro of enamel and dentine wear by toothpastes of different abrasivity, Int Dent J., 55(3), 183-187, 2005.
160. Wan Bakar, W.Z., McIntyre, J., Susceptibility of selected tooth-coloured dental materials to damage by common erosive asids, Aust Dent J., 53(3), 226-234, 2008.
161. Eliades, T., Gioka, C., Eliades, G., Makou, M., Enamel surface roughness following debonding using two resin grinding methods, Eur J Orthod., 26(3), 333-338, 2004.
162. O'Brien, K.D., Watts, D.C., Read, M.J.F., Light cured direct bonding - is it necessary to use a primer? Eur J Orthod.,13, 22-26, 1991.
163. Qen, J.O., Gjerdet, N.R., Witsst, P.J., Glass ionomer cements used as bonding materials for metal orthodontic brackets, An in vitro study, Eur J Orthod.13(1), 187-191, 1991.
164. Rezk-Lega, F., Qgaard, B., Tensile bond force of glass ionomer cements in direct bonding of orthodontic brackets: An in vitro comparative study, Am J Orthod Dentofac Orthop., 100(4), 357-361, 1991.
165. Jefferies, S.R., The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry, Dent Clin North Am., 42(4), 613-627, 1998.

166. Kim, S.S., Park, W.K., Ahn, H.S., Ro, J.H., Kim, Y.D., Enamel surface evaluations after removal of orthodontic composite remnants by intraoral sandblasting: A 3- dimensional surface profilometry study, *Am J Orthod Dentofac Orthop.*, 132(1), 71-76, 2007.
167. Kielbassa, A.M., Gillmann, L., Zantner, C., Meyer-Lueckel, H., Hellwig, E., Schulte-Monting, J., Profilometric and microradiographic studies on the effects of toothpaste and acidic gel abrasivity on sound and demineralized bovine dental enamel, *Caries Res.*, 39(5), 380-386, 2005.
168. Mujdeci, A., Gokay, O., Effect of bleaching agents on the microhardness of tooth-colored restorative materials, *J Prosthet Dent.*, 95(4), 286-289, 2006.
169. Sasaki, R.T., Arcanjo, A.J., Flório, F.M., Basting, R.T., Micromorphology and microhardness of enamel after treatment with home-use bleaching agents containing 10% carbamide peroxide and 7.5% hydrogen peroxide, *J Appl Oral Sci.*, 17(6), 611-616, 2009.
170. Amaechi, B., Higham, S., Edgar, W., Milosevic, A., Thickness of acquired salivary pellicle as a determinant of the sites of dental erosion, *J Dent Res.*, 78(12), 1821-1828, 1999.
171. Terézhalmy, G.T., Biesbrock, A.R., Farrell, S., Barker, M.L., Bartizek, R.D., Tooth whitening through the removal of extrinsic stain with two sodium hexametaphosphate-containing whitening dentifrices, *Am J Dent.*, 20(5), 309-314, 2007.
172. Pickles, M.J., Evans, M., Philpotts, C.J., Joiner, A., Lynch, R.J., Noel, N., Laucello, M., In vitro efficacy of a whitening toothpaste containing calcium carbonate and perlite, *Int Dent J.*, 55(1), 197-202, 2005.

173. Joiner, A., Weader, E., Cox, T.F., The measurement of enamel wear of two toothpastes, *Oral Health Prev Dent.*, 2(4), 383-388, 2004.
174. Zimmerman, B., Datko, L., Cupelli, M., Alapati, S., Dean, D., Kennedy, M., Alteration of dentin-enamel mechanical properties due to dental whitening treatments, *J Mech Behav Biomed Mater.*, 3(4), 339-346, 2010.
175. Khamverdi, Z., Kasraie, S., Rezaei-Soufi, L., Jebeli, S., Comparison of the Effects of Two Whitening Toothpastes on Microhardness of the Enamel and a Microhybride Composite Resin: An in Vitro Study, *J Dent.*, 7(3), 139-145, 2010.
176. Van der Weijden, G.A., Timmerman, M.F., Reijerse, E., et al, Toothbrushing force in relation to plaque removal. *J Clin Periodontol.*, 23(8), 724-729, 1996.
177. Heasman, P.A., Stacey, F., Heasman, L., et al, A comparative study of the Philips HP 735, Braun/Oral B D7 and the Oral B 35 Advantage toothbrushes, *J Clin Periodontol.*, 26(2), 85-90, 1999.
178. Savill, G., Grigor, J., Huntingdon, E., et al, Toothbrush design: adapting for the future, *Int Dent J.*, 48, 519-525, 1998.
179. Maia, E., Baratieri, L.N., Caldeira de Andrada, M.A., Monteiro S Jr., Vieira, L.C., The influence of two home-applied bleaching agents on enamel microhardness: An in situ study, *J Dent.*, 36(1), 2-7, 2008.
180. Pinto, C.F., Oliviera, R., Cavalli, V., Giannini, M., Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology, *Braz Oral Res.*, 18(4), 306-311, 2004.
181. Basting, R.T., Rodrigues, J.A.L., Serra, M.C., The effects of seven carbamide peroxide bleaching agent on enamel microhardness over time, *J Am Dent Assoc.*, 134(10), 1335-1342, 2003.

182. Lewinstein, I., Fuhrer, N., Churaru, N., Cardash, H., Effect of different peroxide bleaching regimens and subsequent fluoridation on the hardness of human enamel and dentin, *J Prosthet Dent.*, 92(4), 337-342, 2004.
183. Joiner, A., The bleaching of teeth: A review of the literature, *J Dent.*, 34(7), 412-419, 2006.
184. Polydorou, O., Hellwig, E., Hann, P., The efficiency of three different in-office bleaching systems and their effect on enamel microhardness, *Oper Dent.*, 33(5), 579-586, 2008.
185. Joiner, A., Thakker, G., Cooper, Y., Evaluation of a 6% hydrogen peroxide tooth whitening gel on enamel and dentine microhardness in vitro, *J Dent.*, 32(1), 27-34, 2004.
186. Ünlü, N., Çobankara, F.K., Altınöz, C., Özer, F., Effect of home bleaching agents on microhardness of human enamel and dentin, *J Oral Rehabil.*, 31(1), 57-61, 2004.
187. Kuroiwa, M., Kodaka, T., Kuroiwa, M., Abe, M., Brushing-induced effects with and without a non-fluoride abrasive dentifrice on remineralization of enamel surfaces etched with phosphoric acid, *Caries Res.*, 28(5), 309-314, 1994.
188. Turssi, C.P., Messias, D.C., de Menezes, M., Hara, A.T., Serra, M.C., Role of dentifrices on abrasion of enamel exposed to an acidic drink, *Am J Dent.*, 18(4), 251-255, 2005.
189. Sundell, S.O., Klein, H., Toothbrushing behavior in children: a study of pressure and stroke frequency, *Pediatr Dent.*, 4(3), 225-227, 1982.
190. Azevedo, A.M., Panzeri, H., Prado, C.J., De-Mello, J.D., Soares, C.J., Fernandes-Neto, A.J., Assessment in vitro of brushing on dental surface roughness alteration by laser interferometry, *Braz Oral Res.*, 22(1), 11-17, 2008.

191. Addy, M., Hughes, J., Pickles, M.J., Joiner, A., Huntington, E., Development of a method in situ to study toothpaste abrasion of dentine, Comparison of 2 products, *J Clin Periodontol.*, 29(10), 896-900, 2002.
192. Dyer, D., Addy, M., Newcombe, R.G., Studies in vitro of abrasion by different manual toothbrush heads and a standard toothpaste, *J Clin Periodontol.*, 27(2), 99-103, 2000.
193. Absi, E.G., Addy, M., Adams, D., Dentine hypersensitivity: uptake of toothpastes onto dentine and effects of brushing, washing and dietary acids, *J Oral Rehabil.*, 22(3), 175-182, 1995.
194. Vincentini BC, Braga SR, Sobral MA. The measurement in vitro of dentine abrasion by toothpastes. *Int Dent J.*, 57(5), 314-318, 2007.
195. Johannsen, G., Tellefsen, G., Johannsen, A., Liljeborg, A., The importance of measuring toothpaste abrasivity in both a quantitative and qualitative way, *Acta Odontol Scand.*, Jul 2, 2012.
196. Macdonald, E.A., Maggio, B., Sufi, F., Mason, S., Moore, C., Addy, M., West, N.X., Clinical study investigating abrasive effects of three toothpastes and water in an in situ model, *J Dent.*, 38(6), 509-16, 2010.

EK. ETİK KURUL TOPLANTI RAPORU

T.C.
GENELKURMAY BAŞKANLIĞI
GÜLHANE ASKERİ TIP AKADEMİSİ KOMUTANLIĞI
ETİK KURUL TOPLANTI RAPORU

OTURUM NO : 187
OTURUM TARİHİ : 06 MART 2012
OTURUM BAŞKANI : Prof. Dr. Ecz. Kd. Alb. Adnan ATAÇ
OTURUM SEKRETERİ : Prof. Dr.Hv.Kd. Alb. Orhan KOZAK

GATA Etik Kurulu'nun 06 MART 2012 günü yapılan 187. oturumunda, GATA Çocuk Dişhek AD'dan Doç.Hv.Diş Tbp.Yb. Ceyhan ALTUN'un sorumlu araştırmacılığını yaptığı **Farklı içerikli diş macunlarının mine sertliği ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerinin invitro olarak değerlendirilmesi** başlıklı araştırma dosyası değerlendirildi.

Araştırma dosyasının amaç, yöntem ve yaklaşım bakımından etik ilkelere UYGUN olduğuna karar verildi.

BAŞKAN

Toplantıya Katılmadı
Cem TAYFUN
Prof.Tbp.Tuğa.

ÜYE

Adnan ATAÇ
Prof.Dr.Ecz.Alb.

ÜYE

Orhan KOZAK
Prof.Hv.Tbp.Alb.

ÜYE

Toplantıya Katılmadı
Ali Uğur URAL
Prof.Tbp.Alb.

ÜYE

Y. Mando TUNCA
Prof.Diş.Tbp.Alb.

ÜYE

Ali ALBAY
Prof.Tbp.Alb.

ÜYE

F.Mehmet MUTLU
Prof.Tbp.Alb.

ÜYE

Serik GURAN
Prof.Tbp.Alb.

ÜYE

Fuat TOSUN
Prof.Tbp.Alb.

ÜYE

Mahir GÜLEÇ
Prof.Tbp.Alb.

ÜYE

Fatih ÖZDAĞ
Prof.Dz.Tbp.Alb.

ÜYE

Aygül AKYÜZ
Doç.Dr.Sağ.Alb.

ÜYE

Harun TUĞCU
Doç.Tbp.Yb.