



**T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI İÇERİĞE SAHİP HASSASİYET GİDERİCİ DİŞ
MACUNLARININ TÜBÜL TIKAMA ETKİNLİĞİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Gülensu TÜRKYILMAZ

**RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

Haziran-2020

BOLU



**T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI İÇERİĞE SAHİP HASSASİYET GİDERİCİ DİŞ
MACUNLARININ TÜBÜL TIKAMA ETKİNLİĞİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Gülensu TÜRKYILMAZ

**RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Merve AĞACCIOĞLU**

Haziran-2020

ÖZET

Dentin tübülleri çok sayıda bireyde ağız ortamına açılmasına rağmen sadece bir kısmında dentin hassasiyeti oluşturur. Bu çalışmada dentin hassasiyetinde kullanılan farklı içeriklere sahip diş macunlarının dentin tübüllerini kapatmadaki etkinliğinin in vitro olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada üçüncü büyük azı dişlerden 60 adet dentin örneği elde edilmiş ve altı farklı uygulama grubuna ayrılmıştır. Kullanılan diş macunları: 1) Sensodyne Rapid Relief®, 2) Prevdent®, 3) Theodent®, 4) Twin Lotus®, 5) Agard Propolis®, 6) Chitodent® diş macunlarından oluşmaktadır. Tüm örnekler smear tabakasını kaldırmak ve dentin tübüllerini açığa çıkartmak için %37'lik ortofosforik asit uygulandı. Daha sonra 1 aylık fırçalama süresine denk gelecek şekilde fırçalama simülatöründe, örnekler hazırlanan diş macunu ve yapay tükürük içeriği ile fırçalandı. Bütün örnekler dentin tübüllerindeki tıkanıklığını görüntülemek üzere SEM'de incelendi.

Nanohidroksiapatit içerikli Prevdent® diş macunu açık dentin tübüllerini tıkama açısından diğer diş macunlarından istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha etkili bulundu ($p<0.05$). Fırçalama sonrası tüm gruplarda, fırçalama öncesine göre açık dentin tübül sayısının azaldığı görüldü. Teobromin içerikli Theodent® ve bitkisel içerikli Twin Lotus® diş macunu tübül tıkama bakımından istatistiksel olarak benzer bulundu ($p>0.05$).

Anahtar Sözcükler: Dentin hassasiyeti, flor, nanohidroksiapatit, in vitro.

ABSTRACT

Although dentine tubules are exposed in the mouth of many individuals, dentine sensitivity only arises in some of them. In this study, it is aimed to investigate the effectiveness of six toothpastes with different contents used in dentine sensitivity in closing dentine tubules in vitro.

In this study, 60 dentine samples were obtained from the third molars and divided into six different application groups. The toothpastes used are: 1) Sensodyne Rapid Relief®, 2) Prevdent®, 3) Thodent®, 4) Twin Lotus®, 5) Agard Propolis®, 6) Chitodent® toothpastes. 37% orthophosphoric acid applied to all samples to remove the smear layer and expose dentine tubules. Then, in the toothbrush simulator, the samples were brushed together with the prepared toothpaste and artificial saliva mixture corresponding to the one month brushing period. All samples were examined in SEM to view the occlusion of dentine tubules.

Prevdent® toothpaste with nanohydroxyapatite was found to be statistically more effective than the other toothpastes in terms of occluding open dentine tubules ($p < 0.05$). In all groups, the number of open dentine tubules decreased after brushing. Theodent® with theobromine content and Twin Lotus® with herbal content were found to be statistically similar in terms of tubule occlusion ($p > 0.05$).

Keywords: Dentine sensitivity, fluoride, nano hydroxyapatite, in vitro.

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam boyunca bana her konuda yol gösteren, sabırlı ve ılımlı tavırlarıyla her zaman yanımda olan danışman hocalarım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Fatma AYTAÇ BAL’a ve Dr. Öğr.Üyesi Merve AĞACCIOĞLU’na;

Uzmanlık eğitimim boyunca gösterdikleri anlayış ve destekleri için Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalındaki hocalarıma ve asistan arkadaşlarıma,

Çalışmamızın laboratuvar aşamalarındaki katkılarından dolayı İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim dalında görevli olan Doç Dr. Bilal YAŞA’ya,

Uzmanlık eğitimim boyunca bana yardımcı olan fakültemizin diğer anabilim dallarındaki tüm hocalarıma, asistan arkadaşlarıma ve tüm fakülte personeline,

Hayatımda ve tez çalışmam boyunca yaşadığım her zorlukta yanımda olan hayat arkadaşım Enes AÇIL’a;

Fakülte ve uzmanlık zamanlarımın dert ortağı, sırdaşım ve meslektaşım olan canım ablam Arş. Gör Pelin TÜRKYILMAZ’a;

Bütün hayatını çocuklarına adayan, dünyanın en fedakâr anne ve babası olan Cihane TÜRKYILMAZ ve Gürbüz TÜRKYILMAZ’a;

Sonsuz Teşekkürlerimi Sunarım ...

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	i
TEŞEKKÜR.....	iii
TABLO DİZİNİ.....	iv
ŞEKİL DİZİNİ.....	v
KISALTMA VE SİMGE DİZİNİ	vi
1.GİRİŞ.....	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1 Dentinin Yapısı ve Fizyolojisi.....	3
2.2 Doğal Hassasiyet Giderme Mekanizması.....	4
2.3 Dentin Hassasiyeti.....	4
2.3.1 Tanım	4
2.4 Dentin Hassasiyetinin Etiyolojisi ve Risk Faktörleri	5
2.5 Oluşum Teorileri	6
2.5.1 Dentinal Reseptör Teorisi.....	6
2.5.2 Odontoblast Reseptör Teorisi.....	6
2.5.3 Hidrodinamik Teori.....	7
2.6 Dentin Hassasiyetinin Prevelansı	8
2.7 Ayırıcı Tanı	8
2.8 Dentin Hassasiyetinin Tedavisi	8
2.9 Dentin Hassasiyetinin Tedavisinde Kullanılan Ajanlar ve Tedavi Yöntemleri	9
2.9.1 Desensitizasyon Sağlayan Ajanlar	9
2.9.2 Anti-enflamatuvar Ajanlar	10
2.9.3 Dentin Tübüllerini Tıkayan Ajanlar.....	10
2.9.4 Protein Çökelticiler	12
2.9.5 Dentin Yüzeyini Örtten Ajanlar	13

2.9.6 Periodontal cerrahi	15
2.9.7 Lazerler	15
2.9.8 Homeopatik Tedaviler (Plantago majör, Propolis).....	15
2.9.9 Güncel Hassasiyet Giderici Ajanlar	16
3. GEREÇ VE YÖNTEM	21
3.1 Örneklerin Hazırlanması	21
3.2 Örneklerin Fırçalanması.....	22
16101.....	24
Börner.....	24
GmbH Almanya	24
3.3 SEM Analizi.....	25
3.4 Elde Edilen Verilen İstatistiksel Olarak Analiz Edilmesi	26
4. BULGULAR	27
4.1 Dentin örneklerinin SEM Analizi	27
4.1.1 Sensodyne Rapid Relief	27
4.1.2 Prevdent Grubu	28
4.1.3 Theodent Grubu.....	28
4.1.4 Twin Lotus Grubu	29
4.1.5 Aagard Propolis Grubu.....	30
4.1.6 Chitodent Grubu.....	30
4.1.7 Fırçalama Sonrası Tamamen Açık Olan Tübüllerin Yüzdeleri.....	32
5. TARTIŞMA.....	34
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	47
7. KAYNAKLAR.....	48
8.EKLER	57
EK 1: Bilgilendirilmiş gönüllü olur formu	57

TABLO DİZİNİ

Tablo 1. Örneklerin deney gruplarına göre dağılımı ve uygulamalar	23
Tablo 2. Çalışmada Kullanılan Materyallerin İçerikleri	25
Tablo 3. Tıkalı Tübüllerin Hesaplanmasında Kullanılacak Skorlama	27
Tablo 4. Gruplarda uygulanan işlemler ve fırçalama sonrasında açık kalan tübül sayılarının ortalama ve standart sapma değerleri karşılaştırılması	32
Tablo 5. Gruplarda uygulanan işlemler ve fırçalama sonrasında açık kalan tübül sayılarının ortalama ve standart sapma değerleri	33
Tablo 6. Fırçalama Sonrası Tamamen Açık Kalan Ortalama Dentin Tübül Yüzdeleri	34
Tablo 7. Fırçalama Sonrasında Tamamen Açık Kalan Ortalama Dentin Tübülü Yüzdelерinin Karşılaştırılması	34

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1. Hazırlanan Dentin Disk Örnekleri	22
Şekil 2. Çalışmada Kullanılan Fırçalama Simülatörü	24
Şekil 3. Çalışmada Kullanılan Hassasiyet Giderici Diş Macunları	24
Şekil 4. Çalışmada kullanılan Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)	26
Şekil 5 Sensodyne Rapid Relief® diş macunu ile fırçalama öncesi ve sonrasında Dentin tübülleri	28
Şekil 6. Prevdent® diş macunu uygulaması ve fırçalama sonrasında dentin Tübülleri	29
Şekil 7. Theodent® diş macunu ile fırçalama öncesi ve sonrasında dentin Tübülleri	30
Şekil 8. Twin Lotus® diş macunu uygulaması ve fırçalama sonrasında Dentin tübülleri	30
Şekil 9. Aagard Propolis® diş macunu ile fırçalama öncesi ve sonrasında dentin tübülleri	31
Şekil 10. Chitodent® diş macunu ile fırçalama öncesi ve sonrasında dentin tübülleri	32

KISALTMA VE SİMGE DİZİNİ

Nano-HA: Nanohidroksiapatit

KNO₃: Potasyum Nitrat

NaF: Sodyum Florid

CaF₂: Kalsiyum Florid

SnF₂: Kalay Florid

CPP-ACP: Kazein Fosfopeptid Amorf Kalsiyum Fosfat

He-Ne: Helyum-Neon

GaAlAs: Galyum-Alüminyum Arsenid

Nd-YAG: Neodymium-doped Yttrium Aluminium Garnet

Er-YAG: Erbium Neodimium Yitrium Aluminium Garnet

CO₂: Karbondioksit

SEM: Scanning Electron Microscopy

SiC: Silikon Karbit

TC: Theodent Classic®

TGF-β: Tranform Edici Büyüme Faktör-β

Pchi-ACP: Fosforile Kitosan Amorf Kalsiyum Fosfat

1.GİRİŞ

Dentin hassasiyeti, çeşitli sebeplerle ağız ortamına açılan dentinin termal, buharlaştırıcı, dokusal, ozmotik veya kimyasal uyaranlara maruziyeti ile oluşan; herhangi bir diş kusuru ile açıklanamayan, kısa, keskin, iyi lokalize ağrı olarak tanımlanır¹. Dentin hassasiyetinin klinik semptomlarının açığa çıkma sebebi, dentin tübüllerinin; aşınma, erozyon, abfraksiyon gibi etkenlere bağlı mine kaybı ve / veya dişeti çekilmesi sonucu açığa çıkan kök yüzeyindeki sement kaybı sonrası dentin tübüllerinin ağız ortamına açılmasıdır². En sık gözlenen sebebi ise dişeti çekilmesidir³.

Dentin hassasiyeti; diş hekimliği klinik pratiğinde çok sık karşılaşılan ve farklı toplumlarda yetişkin popülasyonunda %8-57 arasında değişen oranlarda görülen ağrılı klinik bir durumdur⁴. Gelişmiş ülkelerde ağız sağlığına verilen önemin ve ortalama yaşam ömrünün artmasıyla birlikte, doğal dişlerin ağızda kalma süreleri ve dolayısıyla dentin hassasiyeti görülme sıklığı da artmıştır⁵. Bu hassasiyet, hastaya yemek yerken, bir şey içerken hatta nefes alırken rahatsızlık vermenin yanı sıra, ağrı hissinden dolayı hastayı ilgili dişleri fırçalamaktan alıkoyarak oral hijyen işlemlerinin yerine getirilmesinde de güçlüklerle neden olabilmektedir. Hastalar duydukları rahatsızlık nedeniyle; ağız bakımını ihmal etme, beslenme alışkanlıklarını değiştirme gibi davranış değişiklikleri gösterebileceğinden ilave çürük ve periodontal hastalık gelişme riski ortaya çıkabilir. Bu nedenle dentin hassasiyeti, diş hekimleri tarafından önemle ele alınması gereken bir durumdur.

Dentin hassasiyeti tedavisinde iki yaklaşım bulunmaktadır. Bunlardan birincisi; dentin tübüllerini mekanik olarak tıkayan ya da örten dolayısıyla dentin geçirgenliğini ve tübüllerdeki sıvı akışını azaltan hassasiyet gidericilerin kullanılmasıdır. İkinci tedavi yaklaşımı ise sinir iletimini bloke eden kimyasalların kullanımına dayanmaktadır. Hassasiyet giderici ajanların, klinikte diş hekimi tarafından veya hastaların kendilerine uygulayabildiği formları bulunmaktadır⁷. Dentin hassasiyetinin tedavisinde kullanılan çok fazla sayıda hassasiyet giderici bulunmasına rağmen, bu ağrılı durumu anında ve kalıcı olarak ortadan kaldıracak ideal bir hassasiyet giderici henüz mevcut değildir⁶.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde; florür⁸, nanohidoksiapatit⁹ (nano-HA), propolis¹⁰, teobromin¹¹ ve bitkisel içerikli¹² diş macunlarının dentin tübül tıkama

etkinliğinin olduğu görülmektedir. Kitosan içerikli di  macunlarının tübül tıkama etkinliği kesin olarak bildirilmemekle birlikte, bitkisel ve teobromin içerikli di  macunlarının tübül tıkama etkinliğini değerlendiren çok az çalışma bulunmaktadır.

Bu tez çalışmasında dentin hassasiyeti tedavisinde etkili olduğu düşünülen kitosan, propolis, teobromin, nano-HA, bitkisel ve stannöz florid içeren altı farklı di  macununun dentin tübülü tıkama etkinliklerinin elektron mikroskobu kullanılarak değerlendirilmesi ve birbirleriyle karşılaştırılması amaçlanmıştır.



2.GENEL BİLGİLER

2.1 Dentinin Yapısı ve Fizyolojisi

Diş yapısının büyük kısmı, dişin canlı kısmı olan dentinden oluşmaktadır. Koronalde mine, kök yüzeyinde ise sement dokusu ile örtülüdür¹³. Organik bileşeni bir kollajen matris proteini ve inorganik bileşeni hidroksiapatit olan gözenekli, mineralize bir bağ dokusudur. Dentin, pulpadan dentin-mine bağlantısına uzanan ve hipermineralize doku (peritubular dentin olarak bilinir) ile çevrili çok sayıda dentin tübülünün varlığı nedeniyle oldukça geçirgendir. Peritübüler dentinin kalınlığının yaşla birlikte giderek artması, dentin tübül çapının azalmasına, tıkanmasına neden olur¹⁴. Dentinal tübül içerisinde kaynağı pulpa bağ dokusu olan, su gibi berrak ve yapı olarak sinoviyal, serebrospinal sıvıyı andıran serum benzeri sıvı ve odontoblast hücre uzantıları yer almaktadır¹⁴.

Dentin tübül çapı ve yoğunluğu bölgesel farklılıklar gösterir. Dentinal tübül çapının pulpada 2.5 μ m'den periferde 0.9 μ m'ye kadar değişebileceği bildirilmiştir. Dentin tübüllerinin SEM görüntüleri incelendiğinde, pulpada milimetre kare başına yaklaşık 45.000 tübül, orta dentinde milimetre kare başına 29.500 tübül periferde ise milimetre kare başına ortalama 20.000 tübül olduğu görülmektedir. İlginç bir şekilde, odontoblast uzantıları sadece pulpa yakınındaki tübüllerde görülmüştür¹⁵. Odontoblastlar fizyolojik ve patolojik uyaranlara tepki göstererek sekonder dentin, sklerotik dentin veya tamir dentini sentezlerler¹⁶.

Dentin tübülleri ve içerisindeki sıvı, ağız ortamıyla pulpa arasında madde taşıyan bir ortama dönüşmektedir. Bu sıvı ortamda çürük, kırık, dişeti çekilmeleri, mine kaybı gibi durumlarda, bakteri yan ürünleri diffüze olup pulpada reaksiyonlara neden olabilirler. Dentin sıvısının pulpadan dışarı yöndeki hareketi diffüze olan bu maddelerin pulpaya ulaşmasını engeller hem de pulpal savunmada rol oynar¹⁷. Yapılan çalışmalar, dentin sıvısının pulpal sıvısının bir devamı olduğunu göstermektedir¹⁶.

Dentin yüzeyleri prepare edildiğinde, yüzeyde oluşan smear tabaka doğal bir kavite örtücü gibi davranır¹⁸. Aşınmış dentin partikülleri, organik ve inorganik debristen oluşan smear tabaka ile tübüllerin üzeri örtülmekte ve tübüllerin içine giren smear tıkaçları ile tübül ağzlarını tıkamaktadır¹⁹. Yaklaşık 1-5 μ m kalınlığında olan

smear tabakasının dentin geçirgenliğini önemli ölçüde azalttığı birçok çalışmayla doğrulanmıştır¹⁸.

Pashley ve ark. (1978), dentin tübüllerindeki sıvı akışını dişin yüzey direncinin, tübülün iç direncinin ve pulpal direncin engellediğini bildirmişlerdir. Bunların içinde en önemlisi 1-1.5 um kalınlığı olan ve smear tabakası tarafından oluşturulan yüzey direncidir, çünkü tüm direnç mekanizmasının %86' sını oluşturur²⁰.

2.2 Doğal Hassasiyet Giderme Mekanizması

Dentin hassasiyetini, anlamaya çalışırken, açığa çıkmış tüm dentinin hassas olmadığı unutulmamalıdır. Açık tübüllerin sayısı ve çapı hassas dentin ile hassas olmayan dentini ayırt edebilecek etkenlerden biridir. Dentin hassasiyetinden etkilenen dişler, etkilenmeyen dişlere kıyasla birim alan başına neredeyse sekiz kat daha fazla açık tübüle sahiptir²¹. Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) görüntüleri incelendiğinde, hassas dentinde bu tabakanın daha düşük kalsifikasyona sahip olduğu görülmüştür²².

Lundy ve Stanley (1969) tarafından ilk defa dentin hassasiyetinin, doğal hassasiyet giderme mekanizmaları ile azaltılabildiği fark edilmiştir. Daha sonra yapılan birçok çalışma ile herhangi bir terapötik tedavi uygulanmamış dentindeki geçirgenliğin azalmasını, bazı değişikliklerden kaynaklandığını düşündürmektedir²⁰. Bu değişiklikler; diş taşı birikmesi sonucu tübüllerin örtülmesi, irritasyon dentininin oluşması, peritübüler dentinin kalınlığında artış, tükürük içerisinde bulunan minerallerin veya dentin sıvısında bulunan kristallerin tübüllerin içinde birikmesi, tübüllerin içinde kollajen tıkaçlarının oluşumu, tübüllerin içine plazma proteinlerinin sızması, tübüllerin bakterilerle invazyonu, çürük kristallerinin oluşumudur.

2.3 Dentin Hassasiyeti

2.3.1 Tanım

Dentin hassasiyeti, tipik olarak termal, dokunsal, ozmotik veya kimyasal olan, başka herhangi bir diş kusuruna veya patolojisine atfedilemeyen uyarılara yanıt olarak maruz kalan dentinden kaynaklanan kısa, keskin bir ağrı olarak tanımlanır²³. 2003 yılında Kanada'da 'Canadian Advisory Board on Dentine Hypersensitivity' kurulu tarafından "hastalık" teriminin "patoloji" olarak değiştirilmesi önerilmiştir²⁴. Klasik

olarak, dentin hassasiyeti ile yaşanan ağrı, hızlı başlangıçlı, kısa ve keskin karakterlidir. Aynı anda bir veya daha fazla diş yüzeyini etkileyecek şekilde lokalize olabilir veya etki alanı genişleyebilir²⁵.

2.4 Dentin Hassasiyetinin Etiyolojisi ve Risk Faktörleri

Her ne kadar dentin, tübüllerin ağız ortamına açılmasının ardından ağrıya yol açan birçok faktör içerse de dentin hassasiyeti gelişiminde kilit rol oynadığı net değildir. Birkaç faktör arasındaki etkileşimlerin (hem uyarıcı hem de predispozan faktörler) dentin hassasiyetinin başlatılmasında önemli rol oynadığı görülmektedir²⁶. Dentin hassasiyeti yalnızca iki işlem meydana geldiğinde ortaya çıkabilir. İlk olarak, dentin yüzeyi açığa çıkmalıdır (*lezyon lokalizasyonu*); ikincisi, birbirine yakın bir dizi dentin tübülünün açılması ve pulpanın ağız ortamı ile ilişkilendirilmesi gerekmektedir (*lezyonun başlatılması*). Dentin tübüllerinin açığa çıkması sert doku kaybının (mine, sement kaybı) veya yumuşak doku kaybının (dişeti çekilmesi) bir sonucu olabilir. Mine kaybı, abrazyon, abfraksiyon, erozyon gibi durumlarda ortaya çıkabilir²⁷.

Atrizyon, normal veya parafonksiyonel çiğneme aktivitesi sırasında dişin diş teması sonucu aşınması olarak tanımlanır. Atrizyon, biyomekanik sürtünme (örneğin diş fırçalama) yoluyla diş teması dışındaki faktörlerden oluşursa patolojik aşınma olarak kabul edilir. Aşındırıcı diş macununun, dentini aşındırabileceği için lezyon gelişiminden sorumlu olduğu tespit edilmiştir. Bunun aksine, aşınma sonucunda smear tabakası oluşabilir, böylece hassasiyeti azaltır²⁸.

Erozyon sonucunda smear tabakası ortadan kalkabilmekte ve dentin tübüllerini açığa çıkarabilmektedir. Erozyon, dış kaynaklı veya iç kaynaklı asitlerden dolayı oluşabilir. Dış kaynaklı erozyon, diyet ve çevresel nedenlere bağlı olarak oluşurken; iç kaynaklı erozyon ise dişlerin mide asidine maruz kalması sonucunda oluşmaktadır. Diyet erozyonuna neden olan dış kaynaklı asitler; şarap, sirke, meyve suyu, gazlı içecekler yer alır. Kırmızı ve beyaz şarap, narenciye suyu, elma suyu ve yoğurdun, dentin smear tabakasını birkaç dakika içinde hızlıca çözebildiği çalışmalarda bildirilmiştir²⁹. İç kaynaklı asit içeren eroziv ajanlar; çoğunlukla yeme bozukluğu olan hastalarda reflü ya da gastrointestinal regürjitasyon yolu ile ağız ortamına ulaşırlar³⁰.

Dental tedaviler sonrasında (detertraj, subgingival alanda kök yüzey temizliği, kök yüzeyi düzleştirilmesi ve periodontal cerrahi) dentin yüzeyi ağız ortamına açılabilir

ve bu da dentin hassasiyetine neden olabilmektedir³¹. Hassasiyet, diş beyazlatma ve restoratif işlemler sonrası da ortaya çıkabilir³².

Plağın dentin hassasiyeti üzerindeki etkisi tartışmalıdır. Kök yüzeylerinde plak birikimi demineralizasyona yol açabilir, bu da dentin tübüllerinin ağız ortamına açılmasına ve dolayısıyla ağrıya neden olabilir. Plak kontrolü zayıf olan kişilerin dentin hassasiyeti ile ilgili daha fazla sorun yaşadıkları gösterilmiştir³³. Tersine, bazı klinik çalışmalar, uygunsuz veya agresif ağız hijyeni uygulamalarının daha fazla dişeti çekilmesi meydana getirdiğini göstermiştir. Fazla fırçalanan dişler en düşük plak skorları göstermesine rağmen en fazla dişeti çekilmesi ve dentin hassasiyeti göstermektedir²¹.

2.5 Oluşum Teorileri

Pulpa ve dentinin innervasyonu iyi anlaşılmış olmasına rağmen, dentin hassasiyetinin mekanizması yeterince açıklanamamıştır. Dentin hassasiyeti mekanizmasını açıklamak için üç teori kullanılmıştır: Dentinal reseptör teorisi; odontoblastik reseptör teorisi ve hidrodinamik teori. Her üçü de dentin-pulpal kompleksinin anatomisi ve histolojisi ile yakından ilgilidir.

2.5.1 Dentinal Reseptör Teorisi

Dentinal reseptör teorisi, dentin hassasiyeti mekanizmaları hakkındaki ilk hipotezlerden biridir. Hassasiyetin dentin sinir uçlarının doğrudan uyarılmasından kaynaklandığını ima eder. Bununla birlikte, deneysel çalışmalara bakıldığında, diş dentinin duyuşal bölümünde nöral hücrelerin bulunması olası görünmemektedir. Bu nedenle bu teori geçerliliğini yitirmiştir³⁴.

2.5.2 Odontoblast Reseptör Teorisi

Odontoblast reseptör teorisi, odontoblastların periferel dentin içine uzandığı ve dentin yüzeyinde kimyasal ve mekanik uyarılar ile bu odontoblastik uzantıların uyarıldığı varsayılmıştır³⁵. Bununla birlikte, yapılan çalışmalar bu teoriyi doğrulamamıştır. Odontoblast uzantılarının, dentin tübüllerinin pulpal üçte birlik kısmı ile sınırlı olduğu gözlenmiştir. Dış kısımda herhangi bir hücresel eleman bulunmadığı ve sadece dentin sıvısı ile dolu olduğu görülmüştür. Ayrıca, odontoblastlar ve sinir uçları arasında hiçbir sinaps bağlantısının bulunmadığı tespit

edilmiştir³⁶. Dolayısıyla, odontoblast reseptör mekanizması teorisini destekleyen kanıt bulunamamıştır.

2.5.3 Hidrodinamik Teori

Dentin hassasiyeti ile ilgili en yaygın kabul gören teori, hidrodinamik teoridir³⁷. Bu teoriye göre sıcaklık, fiziksel veya ozmotik değişiklikler dentin tübülleri içindeki sıvı hareketinde değişiklik meydana getirir, bu durum dentin içinde bir basınç değişikliği yaratır ve sonuçta kişi ağrı hisseder²³. Bu uyarılara intradental miyelinli A-beta ve bazı A-delta sinir liflerinin cevabından dolayı karakteristik kısa, keskin ağrı olarak tanımlandığı düşünülür²⁶. *In vivo* çalışmalar, basınç değişikliğindeki büyüklüğün, pulpal sinir cevabının büyüklüğü ile doğru orantılı olduğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle, sıvı akışının pulpal dokudan dışarı doğru akmasına neden olan uyarıların (örneğin; soğuk), pulpal dokulara doğru sıvı akışına neden olan uyarılardan (örneğin; ısı) daha hızlı ve keskin bir ağrıya sebep olduğu görülmektedir³⁷.

Dentin tübüllerinin içerisinde, miyelinsiz C sinir lifleri ve geniş miyelinli A-delta ve A-beta sinir lifleri yer almaktadır. Dentin hassasiyetinde hissedilen ağrı duyusunun iletiminden sorumlu olan A lifleridir. A liflerinin tamamına yakını pulpanın koronal kısmının periferinde bulunur. Özellikle pulpa boynuzları bölgesinde yoğunlaşmışlardır. A lifleri, periferde konumlanmaları, uyarılabilirlik eşiklerinin düşük olması ve hızlı iletim sağlama özellikleri sayesinde pulpal doku hasarı olmaksızın oluşan dış uyarılara, hızlı başlayan ve kısa süren keskin bir yanıt verir. C lifleri ise uyarılabilirlik eşiklerinin yüksek olması nedeniyle, pulpal doku hasarı ve pulpal enflamasyon gibi durumlarla ilişkili olarak uyarılırlar ve yavaş başlayan, künt ve rahatsız edici bir ağrı oluştururlar³⁸.

Hassas dentindeki tübül sayısı, hassas olmayan dentindeki tübüllerinin sayısından sekiz kat daha fazladır. Ayrıca hassas dentinin tübül çapı hassas olmayan dentinin tübül çapından daha geniştir. Çap genişledikçe dentin lenfinin akış hızı artar ve bu sebeple hassasiyet oranı da artar. Bu da hidrodinamik teoriyle açıklanan hipotezi desteklemektedir³⁹.

Basınç değişiklikleri dışında, tübüldeki sıvı akış hızı değiştiğinde dentin boyunca “akış potansiyeli” adı verilen bir elektriksel değişim meydana gelir. Bu durumda da sinirler elektriksel olarak uyarılabilir⁴⁰. Bununla birlikte, bugüne kadar

sıvı akışının pulpal sinirleri uyardığı mekanizma kesin olarak bilinmemektedir. Ancak dentin hassasiyetinin hidrodinamik mekanizmalarının anlaşılması ve tedavilerin geliştirilmesi için bir temel sağlar⁴¹.

2.6 Dentin Hassasiyetinin Prevelansı

Dentin hassasiyeti ile ilgili yapılan prevalans çalışmaları %4 ila %98 arasında farklı sonuçlar ortaya koymuştur. Bu fark; araştırmanın yapıldığı ülkeye, toplumun oral hijyen alışkanlıklarındaki farklılığa, psikolojik faktörlere, ağrı bildirimlerinin subjektif oluşuna, çalışmada kullanılan muayene ve teşhis yöntemlerinin farklı olmasına bağlanmaktadır²⁶.

Dentin hassasiyeti bir veya daha fazla dişte ortaya çıkabileceği gibi tüm ağızda da görülebilir. En çok etkilenen dişler, kaninler ve küçük azı dişleri, en az etkilenen dişler ise molarlardır. Bölgesel olarak dişlerin sıklıkla fırçalanan bukkal yüzeylerinin servikal bölgelerinde gözlenir⁴². Kadınlarda erkeklere göre daha yüksek oranda dentin hassasiyeti görülmektedir. Bu durumun sebebi, kadınların ağız hijyen alışkanlıklarının idealden fazla uygulanması olduğu düşünülmektedir⁴³. Dentin hassasiyeti her yaşta görülebileceği gibi en sık 20-40 yaş aralığında gözlenir. Genellikle 30-40 yaş aralığında pik yapmaktadır. Yaş ilerledikçe sekonder ve tersiyer dentin oluşumuna bağlı olarak dentin skleroze olmaktadır. Dentin kanallarının daralmasıyla birlikte geçirgenlik ve hassasiyet oluşma riski azalmaktadır³⁹.

2.7 Ayırıcı Tanı

Dentin hassasiyeti teşhisine karar verirken aynı belirtiyi gösteren farklı dental problemler göz önünde tutulmalıdır. Klinisyen ayrıntılı klinik ve radyolojik muayene sonrasında tanıyı koymalıdır²⁵. Kesin tanı için dişler çürük, kırık, post operatif hassasiyet, medikal hassasiyet, periodontal cerrahi sonrası duyarlılık, palatagingival oluk, beyazlatma tedavisi sonrası hassasiyet, kesici kenarda aşınmaya bağlı incelme ve akut hiperfonksiyonlu dişler gibi problemler açısından incelenmelidir⁴⁴.

2.8 Dentin Hassasiyetinin Tedavisi

Dentin hassasiyetinin tedavisinde genel olarak dentin tübül sıvısının hareketini kısıtlamak üzere dentin tübüllerinin çaplarını daraltmak, dentin tübüllerini tıkamak ve dentin geçirgenliğini azaltmak amaçlanmalıdır. Bir diğer tedavi yöntemi ise uyarının

sinir uçları tarafından algılanmasını engelleyerek, ağrının oluşumuna sinirsel uyarı aşamasında engel olmaktadır³².

Dentin hassasiyetinin tedavisinde ilk yapılması gereken, predispozan faktörleri elimine etmek, yani altta yatan sebebi ortadan kaldırmak olmalıdır. İkinci aşama olarak hassasiyet giderici ajan uygulamasına geçilebilir¹⁴.

2.9 Dentin Hassasiyetinin Tedavisinde Kullanılan Ajanlar ve Tedavi Yöntemleri

Dentin hassasiyeti için kullanılan çok sayıda ürün olmakla birlikte, ideal ajan pulpayı irrite etmemeli, dişlerde renklenmeye sebep olmamalı, yumuşak dokuları irrite etmemeli, uygulama sırasında ağrıya sebep olmamalı, kolay uygulanabilmeli, etkisi hızlı başlamalı ve etkisini uzun süre göstermelidir⁴⁵.

Günümüzde dentin hassasiyetini gidermek için evde kullanılan diş macunu ve gargara gibi ürünlerin içeriğinde; potasyum tuzları, stronsiyum tuzları, kalay florid ve florid tuzları, alüminyum laktat, sodyum monoflorofosfat bulunmaktadır. Bu ajanların hem dentin tübüllerini tıkayarak hem de nöral cevabı engelleyerek semptomları azalttığı bildirilmiştir⁴⁶. Hassasiyet giderici diş macunlarının etkisini değerlendiren bir çalışmada, diş macunu ve plasebo uygulanmış gruplar karşılaştırıldığında diş macunu uygulanmış grubunun hassasiyeti %30 ila %80 oranında azalttığı görülmüştür⁴⁷.

2.9.1 Desensitizasyon Sağlayan Ajanlar

2.9.1.1 Potasyum Tuzları

Potasyum nitrat (KNO_3) yapılan çalışmalara dayanan hassasiyet giderici bir ajan olarak klinik kullanıma sokulmuştur⁴⁸. KNO_3 ve diğer potasyum tuzlarının günde iki kez fırçalama ile uygulandığında yaklaşık 2 haftalık bir süre boyunca hassasiyet semptomlarını azalttığı gösterilmiştir⁴⁹. Bu tuzlar *in vitro* test edildiğinde dentin geçirgenliğini azalması üzerinde çok az etkisi vardır⁵⁰. Genel olarak intradental sinirlerin aktivasyonunu engelleyerek dentin hassasiyeti semptomlarını hafiflettikleri düşünülmektedir. Hayvanlarda yapılan deneylerde dişe uygulanan normal kuvvetli negatif basınç sırasında, uyarılan sinir yanıtı, yüksek potasyum iyonu içeren çözeltilerin pozitif basınç uygulamasıyla geçici olarak inhibe edildiği görülmüştür⁵¹.

Pillon ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada periodontal tedavi sonrasında dentin yüzeyine %3'lük potasyum oksalat uygulamışlar ve tek uygulama sonrası dentin

hassasiyetinin azaldığını bildirmişlerdir. Uygulamanın 2. ve 3. haftasında yapılan kontrollerde etkinin devam ettiği tespit edilmiştir. Ancak potasyum oksalatın sitotoksik etkisi nedeniyle klinik uygulamalarının sınırlı olduğu belirtilmiştir⁵².

2.9.2 Anti-enflamatuvar Ajanlar

2.9.2.1 Kortikosteroidler

Kortikosteroid gibi anti-enflamatuvar ajanların peritübüler mineralizasyonu artırarak tübüllerde daralma ve tıkanma sağladığı bilinmektedir⁵³. Fakat mineralizasyonu artırma mekanizması tam olarak açıklanmamıştır⁵⁴.

2.9.3 Dentin Tübüllerini Tıkayan Ajanlar

2.9.3.1 Florid Bileşikleri

Florid ilk kez 1941 yılında hassasiyet giderici olarak kullanılmıştır. Florid genellikle diş macunu, gargara, jel, vernik gibi taşıyıcılar aracılığıyla uygulanmaktadır⁵⁵. Pek çok ülkede flor verniklerin, topikal jel tedavilerinin yerini aldığı görülmektedir⁵⁶.

Sodyum florid (NaF), dentin hassasiyeti tedavisinde en çok kullanılan tedavi ajanlarından biridir⁵⁷. Diş yüzeyinde kalsiyum florid (CaF_2) kristalleri çökelterek dentin tübüllerinin girişini örten mekanik bir bariyer gibi davranır. NaF kristallerinin tükürükte çözünmesi ve mekanik olarak tübüllerin içinden kolaylıkla uzaklaşabilmesi nedeniyle; %2 konsantrasyonda NaF içeren topikal jelin formülasyonuna asit eklenmiştir. Bu şekilde ortaya çıkan asidüle sodyum florid uygulamasıyla, dentin tübüllerinin daha derininde mineralizasyon oluşturabilmek mümkün olmuştur²⁹.

Kalay florid (SnF_2) de sodyum florid ile aynı etkiye sahiptir. Apatit fluorür çökeltisi oluştursa diş fırçalamasına ve besinsel maddelerin aşındırmasına karşı direnebilir⁵⁸. Dentin yüzeylerine farklı konsantrasyonlarda (%1-10) uygulanabilirler. Etkili bir tedavi için en az 4 hafta %0,4'lük SnF_2 uygulanması önerilmektedir⁵⁹.

Floridler iyontoforez ile kombine olarak da kullanılabilen ve elektrik akımıyla, iyonik difüzyonun artırılması sağlanmaktadır³⁹. Ayrıca amin florid, stannöz florid ve titanyum tetraflorid gibi başka florid bileşikleri de dentin hassasiyeti tedavisinde kullanılabilir⁵⁵.

2.9.3.2 Kalsiyum Bileşikleri (Kalsiyum Fosfat, Kalsiyum Hidroksit)

Dentin hassasiyetinin azalması ya da ortadan kalması için dentin tübüllerinin tıkanması veya daralması gerekmektedir. Yapılan çalışmalar kalsiyum bileşiklerinin dentin hassasiyetini gidermede etkili olduğunu bildirmişlerdir⁶⁰. Kalsiyum bileşiklerinin sklerozisini stimule ederek dentin hassasiyetini hızlı bir şekilde azalttığı görülmüştür. Dişin inorganik yapısında bulunan kalsiyum ve fosfat iyonları tükürük içerisinde bulunduğu minerde çökerek remineralizasyon sağlarlar⁶¹. Bazı çalışmalarda hassasiyet gidermedeki etkinliğinin uzun süreli olmadığı belirtilmiştir⁶². Etkinliğini arttırmak için kalsiyum bileşiklerinin florid verniklere eklenmesi ile amorf kalsiyum fosfat (ACP) geliştirilmiştir ve böylece fluorür aracılığı ile remineralizasyonun sağlanması düşünülmüştür⁶³. İçeriğindeki fluorürle birlikte ACP fluorapatit kristalleri oluşturur ve dentin tübüllerini tıkar. Sadece fluor içeren verniklere oranla 4 kat fazla fluorür sağladığı gösterilmiştir. ACP, peritübüler dentin mineralizasyonunu artırarak uzun süreli etki göstermektedir⁶⁴. Yapılan *in vitro* çalışmalarda kalsiyum hidroksitin dentin duysal sinirleri üzerine neredeyse hiç etki etmediği ancak kalsiyum hidroksitin dentin tübüllerindeki sıvı hareketini %21 oranında azalttığı belirtilmiştir⁶⁵.

2.9.3.3 Stronsiyum Tuzları (Stronsiyum Klorit)

Stronsiyum tuzları diş yüzeyine çözünmeyen metal bileşikleri halinde çöker. Böylece açık dentin tübüllerini kısmen veya tamamen tıkar⁷⁰. Hidroksiapatit iskeletinde stronsiyum ile kalsiyumun yer değiştirmesi sonucu demineralize dentin güçlenir ve stronsiyumun sinir depolarizasyon etkisi vardır⁶⁶.

Stronsiyum tuzları diş macunlarına da dahil edilmiş ve etkinliği birkaç klinik çalışmada bildirilmiştir⁷¹. Genellikle bu çalışmalar, hastanın dentin hassasiyeti ile ilgili semptomlarında azalma olduğunu bildirmiştir. Yine yapılan bazı çalışmalarda, besinlerle alınan asitlerin, stronsiyum tuzlarının dentin tübüllerini tıkama yeteneğini azaltmadığı belirtilmiştir⁶⁷.

Stronsiyum, fluorürle aynı anda uygulandığında, fluorürle reaksiyona girebilir ve etkinliği azalabilir. Bu etkileşimi önlemek için fluorür kombinasyonunda stronsiyum asetat kullanılır⁶⁸.

2.9.3.4 Arginin kalsiyum karbonat içeren hassasiyet patı

Doğal olarak tükürükte bulunan bir amino asit olan arginin, dentinal tübüllerde bir tıkaç oluşturmak için kalsiyum karbonat ve fosfat ile birlikte çalışır. 2002'de Kleinberg, tükürüğün hassasiyeti azaltmadaki doğal rolüne dayanarak hassasiyeti azaltmak için bir materyal geliştirmiştir⁶⁹. Pozitif yüklü arginin, negatif yüklü dentin yüzeyine çekilir ve daha sonra amino asit (arginin), tükürük içindeki arginin deaminaz (enzim) sistemi ile deamine edilir ve amonyak üretilir. Yüksek oranda alkalın olan amonyak ortamın pH'ını yükseltir bu da dentin yüzeyinde ve dentin tübüllerinin içinde kalsiyum fosfat birikimini destekler².

Arginin ve kalsiyum karbonata dayanan Pro-Argin teknolojisi, dentin duyarlılığına karşı benzersiz ve oldukça etkili bir tedavi olarak onaylanmıştır. İki bağımsız çalışmadan elde edilen klinik veriler, %8 arginin, kalsiyum karbonat, sodyum monofluorofosfat ve 1450 ppm florür içeren bir diş macununun, desensitizer madde olarak %2 potasyum iyonu içeren öncü bir diğer diş macunu ile karşılaştırıldığında daha yüksek bir etkinlik sunduğunu göstermektedir⁷⁰. Cummins ve ark (2010) Pro-Argin, kalsiyum karbonat ve fosfat içeren tıkaçlar oluşturarak dentin tübüllerini tıkadığını ve asitlere karşı dayanıklı olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle, dentin sıvı akışını etkili bir şekilde azaltır ve böylece hassasiyeti anında ve kalıcı olarak azaltır⁷¹.

Pro-Argin içeren diş macununun diğer hassasiyet giderici diş macunlarıyla karşılaştırıldığı çalışmalarda, Pro-Argin içeren diş macununun dentin hassasiyetini hafiflettiği gözlenmiştir⁷². Profesyonel uygulama ile ilgili olarak, Kapferer ve ark (2013)'nın yaptığı çalışmada da Pro-Argin ofis içi macununun negatif kontrole (hemen ve 4. ve 12. haftalarda) kıyasla dentin hassasiyetini hızla azalttığı gösterilmiştir⁷³. Son zamanlarda yapılan bir sistematik derleme, arginin bazlı ürünlerin kullanımına dair kanıt vermek için randomize klinik çalışmaların eksikliğini vurgulamıştır⁷⁴.

2.9.4 Protein Çökelticiler

2.9.4.1 Gluteraldehit ve Formaldehit

Gluteraldehit, tükürük proteinlerini dentin kanalları içerisine çökeltme özelliği nedeniyle dentin hassasiyeti tedavisinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır⁵. Dentin sıvısı içerisindeki serum albumini ile reaksiyona girerek pıhtılaşma oluşturur ve dentin

hassasiyetini sıvı hareketini engelleyerek azaltır⁷⁵. %5 glutaraldehid ve %5 hidroksietil metakrilattan oluşan sulu bir çözeltiden (Gluma Desensitizer, Heraeus, Almanya) oluşan bir kombinasyon ürünü, 7 ila 9 aya kadar etkili bir dentin hassasiyeti giderici ajan olarak tarif edilmiştir⁷⁶. SEM ve konfokal lazer taramalı mikroskop ile yapılan çalışmalar, protein koagülasyonu yoluyla intratubuler blokajın bir dereceye kadar gerçekleştiğini doğrulamıştır⁷⁷. Çok güçlü bir fiksatif ve sitotoksik etkiye sahip olması nedeniyle diş eti dokusuyla temas etmemesi için çok iyi bir izolasyon sağlanmasını gerektirir⁵.

2.9.4.2 Gümüş Nitrat

Gümüş nitratın günümüzde pulpada minör pulpa inflamasyonuna sebep olduğu ve diş etine zarar verdiğinden dolayı günümüzde tercih edilmese de dentin hassasiyeti tedavisi için geçmişte kullanılmıştır⁵⁴. Odontoblast uzantıları üzerine protein çökeltir ve dentin tübüllerini kısmi olarak tıkayarak etki göstermektedir⁷⁸.

2.9.5 Dentin Yüzeyini Örtten Ajanlar

2.9.5.1 Dentin Adeziv Sistemler ve Restoratif Materyaller

Diş yüzeyine topikal olarak uygulanan birçok hassasiyet gidericinin dentine bağlanamaması nedeniyle etkileri kısa sürmekte ve geçici olmaktadır. Diş yüzeyine bağlanabilen adeziv sistemlerin hassasiyet giderici olarak kullanılması ile daha uzun süreli ve kalıcı etki elde edilebileceği düşünülmüştür⁷⁹. Dentin hassasiyetini gidermek amacıyla yapılan adeziv uygulamalar; ilgili dentin yüzeyine vernik veya dentin bağlayıcı ajanlarının topikal uygulamalarını ve dentin yüzeyinin kompozit rezinle restore edilerek örtülmesini kapsar³⁰. Restoratif materyaller kullanılarak yapılan makro boyuttaki örtüleme işlemi; hassas dentin yüzeyinde herhangi bir nedenle (abrazyon, atrizyon vb.) meydana gelen aşınmaya bağlı olarak madde kaybı olması durumunda uygulanması gereken bir tedavi yaklaşımıdır⁸⁰. Eski nesil adeziv sistemlerde dentin yüzeyi asitlenip smear tabaka tamamen kaldırılarak hibrit tabaka oluşturulmaktaydı. İşlem basamaklarının basitleştirilmesi amacıyla geliştirilen kendinden asitli dentin bağlayıcı sistemlerin gündeme gelmesiyle birlikte smear tabaka kaldırılmayıp modifiye edilerek hibrit tabakanın içerisine dahil edilmiştir⁸¹. Dentin hassasiyetinin giderilmesi amacıyla dentin yüzeyine uygulanan kendinden asitli dentin bağlayıcılarının polimerizasyonunu takiben, yüzeyde oluşan hibrit tabaka ve tübüllerin

içerisine uzanan hibridize rezin tıkaçları sayesinde dentin geçirgenliğinde azalma meydana gelmektedir. Aside dirençli olduğu bildirilen hibrit tabakanın oluşumuyla dentin hassasiyeti semptomlarının giderilmesinde daha uzun süreli klinik etki etmek amaçlanmıştır⁸². Adeziv rezin uygulanmış dentin boyunca gerçekleşen sıvı iletimi, ilk kez 1986 yılında Pashley ve Depew tarafından uygulanan hidrolik iletkenlik ölçüm protokolü sayesinde mümkün olmuştur⁸³.

Servikal restorasyonlar dentin hassasiyetinin tedavisinde başka bir seçenektir. Açığa çıkmış dentin tübüllerini kapatmak, aşırı duyarlılık semptomlarını ortadan kaldırarak tübülleri tıkar⁸⁴. Hassasiyet giderici diş macununun etkinliğini göstermesi için uzun bekleme süresinin yanında, servikal restorasyonlar dentin aşırı duyarlılığını tedavi etmek için daha çabuk sonuçlanan bir seçenek sağlayabilir. Cam iyonomer materyali, servikal restorasyonlarda, dentin ve mine ile bağlanma ve aynı anda florür salma özelliğinden dolayı yaygın olarak kullanılır⁸⁵. Bilinen bu avantajları nedeniyle cam iyonomer, dentin hassasiyetinin giderilmesinde tercih edilen restoratif materyal olabilir. Belirtilerin derecesine ve hasta tercihinine bağlı olarak servikal restorasyonlar aşırı duyarlılığın tedavisinde bir seçenek olabilir⁸⁶.

2.9.5.2 Siyanoakrilatlar

Siyanoakrilatın, dentin üzerinde koruyucu bir film oluşturarak, dentin aşırı duyarlılığını hafiflettiği rapor edilmiş ve bu sebeple dentin aşırı duyarlılığı tedavilerinde kullanılmıştır⁶⁹. Periodontal hastalığa sahip bireylerde dentin aşırı duyarlılığının yüksek olması, periodontal hastalıkta bakterilerin dentin içine önemli bir mesafeye nüfuz ettiği bildirildiği için farklı bir etiyolojiye sahiptir. Siyanoakrilat doku yapıştırıcılar antimikrobiyal özelliğe sahiptir. Siyanoakrilat bazlı adezivlerin ucuz, ulaşılabilir ve uygulanabilir olması en büyük avantajlarıdır, ayrıca biyouyumlu ve antimikrobiyal oldukları gösterilmiştir⁸⁷.

Javid ve ark⁸⁸ (1987) %33 sodyum florür (NaF) ve siyanoakrilatın karşılaştırıldığı, 30 hasta üzerinde yapılan klinik çalışmada, siyanoakrilat uygulanan dişlerin %66,6'sında ağrılı bir yanıt olmadığı, siyanoakrilatın kısa vadede etkinliğini kanıtlamış olduğunu açıklamışlardır. Yapılan başka bir çalışmada, siyanoakrilat ile Er:YAG lazer molar dişlerde geçirgenliğin azaltılması için kullanılmış ve siyanoakrilatın geçirgenliği engellemede kombine kullanım kadar etkili olduğu gösterilmiştir⁸⁹.

2.9.6 Periodontal cerrahi

Dentin hassasiyeti için periodontal cerrahi müdahaleler, bağ dokusu greftleri ile kök yüzeyinin örtülmesini veya koronale konumlandırılmış flepler ile biyolojik olarak rezorbe olabilen bir membran veya deri allogreftleri kullanılarak, lokalize dişeti çekilmesi tedavisini içerebilir³. Genel olarak yumuşak doku greftleri, dentin hassasiyeti tedavisinde ilk akla gelen tedavi şekli olmasa da ağız ortamına açılmış kök yüzeylerinin kapatılmasında kullanılan birçok yumuşak doku greft tekniği vardır⁹⁰. Yumuşak doku grefti uygulamalarında, doğru endikasyon çok önemlidir. Genellikle yumuşak doku greftlerinin kullanımı sonucunda dentin hassasiyetinin giderileceği tam olarak bilinmemektedir⁵.

2.9.7 Lazerler

Genel olarak, dentin hassasiyetinin tedavisinde lazer uygulamalarının önemli bir potansiyeli vardır. Lazer tipi ve parametresine göre lazerlerin dentin hassasiyeti tedavisindeki etkinliği değişiklik göstermektedir. Dentin hassasiyeti tedavisinde lazerin etkisi iki farklı mekanizmayla açıklanmaktadır. Bunlardan birincisi lazer ışığının pulpa ağız sinir liflerinin elektrik aktivitesini direkt etkilemesi; ikincisi ise dentinin tübüler yapısında bir erime sağlanarak dentin kanallarında tıkanmanın sağlanmasıdır. Bu amaçla Helyum-Neon (He-Ne), Galyum-Alüminyum-Arsenid (GaAlAs), Nd:YAG (Neodimium: Yttrium-Aluminum Garnet), Er:YAG (Erbium: Yttrium-Aluminum-Garnet) ve karbon- dioksit (CO₂) lazerler kullanılmıştır⁹⁴. Lazer tedavisinin güvenilirlik açısından daha ileri araştırmalar ile desteklenmesi gerekmektedir¹⁴.

2.9.8 Homeopatik Tedaviler (Plantago majör, Propolis)

Propolis güçlü bir antimikrobiyal, antioksidan ve antienflamatuar ajandır. Propoliste bulunan ana kimyasal elementler flavonoidler, fenolikler ve çeşitli aromatik bileşiklerdir. Flavonoidler, antioksidan, antibakteriyel, antifungal, antiviral ve antienflamatuar özelliklere sahip iyi bilinen bitki bileşikleridir⁹¹. Farklı bir araştırma, propolisin diş çürüklerini kontrol edebileceğini, oral dokunun iyileşmesini hızlandırabileceğini ve kolaylaştırdığını, büyük yan etkileri olmaksızın pulpa iltihabını azaltabileceğini göstermiştir. Son zamanlarda propolisin dentin tübüllerini kısmen tıkama kapasitesi gösterdiği ve dentin hassasiyeti olan hastaların tedavisinde iyi bir seçenek olabileceği bildirilmiştir⁹².

Propolis, rezin, temel yağlar ve balmumu karışımından oluşup; aminoasit, mineraller, etanol, vitamin A, B, E kompleksi, polen, bioflavonoid içerir¹⁰. Dentin hassasiyetinin giderilmesinde propolisin etkisini inceleyen bir klinik çalışma da bulunmaktadır. Kadın hastalar üzerinde dört hafta süren bu klinik çalışmada, propolis dentin hassasiyeti olan dişlere günde iki defa uygulanmıştır. Propolisin dentin hassasiyetinin kontrolünde olumlu bir etkisi olduğu sonucuna varılmıştır⁹³. SEM kullanılarak yapılan başka bir *in vitro* çalışmada, propolisin 60 ve 120 saniyelik uygulamalarda dentin tübüllerini tıkadığı bulunmuştur⁹⁴.

2.9.9 Güncel Hassasiyet Giderici Ajanlar

2.9.9.1 Kitosan

Kitosan, kimyasal yapısı selüloza en yakın olarak doğada yaygın bulunan doğal biyopolimer olarak tanımlanmıştır. Eklem bacaklılar, kabuklu hayvanların hücre duvarlarından, mantarlardan ve mayalardan elde edildiği belirtilmiştir. Kitosan diş hekimliğinin farklı alanlarında güvenli ve etkili bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Kitosanın dişin dokularını remineralize etme özelliği bulunmaktadır. Bu nedenle diş macunlarında kullanılan bir desensibilizatör olarak rolü rapor edilmektedir⁹⁶. Ancak kitosanın hassasiyet giderme etkinliği ile ilgili yeterli veri yoktur.

Yapılan çalışmalara bakıldığında cerrahi ekstraksiyon sonrası kitosanın oral yaralar üzerine uygulandığında daha iyi iyileşme gösterdiği görülmüştür. Ayrıca, bazı çalışmalar dental siman olarak kullanıldığında bakteriyel biyofilmde bir azalma olduğunu göstermektedir⁹⁵. Kitosanın ağızda pH değerlerini düşüren organik asitlerin etkilerini tamponlayabildiği belirtilmiştir⁹⁶. Buna ek olarak, antibakteriyel, antifungal, hemostatik ve ilaç dağıtımı için kullanılmasına yardımcı olan diğer sistemik özelliklere sahiptir⁹⁵.

Bae ve ark (2006) suda çözünen, indirgenmiş kitosanı ağız çalkalama solüsyonu içerisinde kullandıkları çalışmalarında kitosanın antibakteriyel özellik gösterdiğini ve plak oluşumunu engellediğini bildirmektedirler⁹⁷. Ayrıca son zamanlarda yapılan çalışmalarda kitosan içeren sakızların tükürükteki karyojenik bakterilerin (toplam bakteri, toplam streptokok, mutans streptokok) büyümesini etkili bir şekilde durdurduğu ve residüel ağız debrislerinin ortalama %80'nini kaldırdığı bildirilmektedir⁹⁸.

Asetik asit içinde kitosanın çözündürülmesi ile elde kitosan jel diş çürükleri için önleyici ve terapötik bir madde olarak önerilmiştir⁹⁹. Ayrıca kitosanın diş minesine asit penetresyonuna karşı bir bariyer olarak hareket ettiği bu sayede demineralizasyonu durdurduğu ve remineralizasyona katkı sağladığı bildirilmektedir¹⁰⁰.

2.9.9.2 Nanohidroksiapatit (Nano-HA)

Nano-HA içeren diş macunları ilk kez 1980'lerde Japonya'da tanıtıldı ve test edildi (Apadent, Sangi Apagard Co., Ltd., Tokyo). O zamandan beri, 1993 yılında Japon Hükümeti tarafından öncü ajanlar olarak onaylanmasına yol açan çürüklerin önlenmesindeki etkinliğini test etmek için saha denemeleri de dahil olmak üzere çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bununla birlikte, literatürde nano-HA duyarsızlaştırıcı etkinliği ile ilgili yeterli veri yoktur¹⁰¹.

Son zamanlarda, biyoaktif ve biyouyumluluk potansiyeli olan nano-HA bazlı ajanların (Desensibilize NanoP®, FGM, Joinville, Santa Catariuna, Brazil) ve (Clinpro®, 3M ESPE Dental, Minnesota, USA) hem remineralize edici hem de hassasiyet giderici bir ajan olarak etkili olduğu bildirilmiştir¹⁰². Bu ajanlar, morfolojisi ve kristal yapısı bakımından dental hidroksiapatite benzer şekilde hareket eden nano boyutlu parçacıklar içerir. Bu yeni yaklaşımlar, bir asit tehdidini takiben diş yüzeyindeki çökeltinin stabilizasyonunu artırmak amacıyla doğal bileşiklerle biyoaktivasyonu araştıran teknolojiye dayanmaktadır¹⁰³. Yapılan çalışmalar hem potasyum oksalat hem de nano-HA içerikli ajanların dentin geçirgenliğini azalttığına dair sonuçların tutarlı bulunduğunu kanıtlamıştır⁵⁷. Bununla birlikte, tübül tıkaçıcı olarak etki eden ajanların çoğundaki sorun, çökeltinin sürekli asit etkisine dayanamamasıdır¹⁰⁴. Bu sorun daha sonra yapılan araştırmalar ile hassasiyet giderici ajanların remineralizasyon veya tübül tıkanıklığını arttırmak için biyoaktif formülasyonlar geliştirmelerine yol açtı⁷¹.

Gelecekte, nano-HA ile tedavinin uzun ömürlülüğü, profesyonel macunun ne zaman tekrar uygulanacağını belirlemek için değerlendirme süresini uzatarak çalışmalar yapılmalıdır. Ayrıca, nano-HA uygulamasından sonra dentin morfolojik değişikliklerini ve geçirgenlik değişikliklerini değerlendirmek için etki mekanizmasına odaklanan çalışmalar gereklidir¹⁰⁵.

2.9.9.3 Kalsiyum Sodyum Fosfosilikat (Biyoaktif Cam)

Son yıllarda diş hekimliğinde kullanım alanı bulan biyoaktif camlar, biyomateryal olarak adlandırılan malzeme grubundandır. Biyoaktif seramikler sınıfına giren biyoaktif camların karakteristik özelliği, yüzeyinin dokular ile bağ oluşumunu sağlayan, biyoaktif hidroksikarbonapatit tabakasından oluşmasıdır. Bu özellik sayesinde, biyoaktif camlar çevre sert dokuya ve bazı hallerde yumuşak dokuya kimyasal olarak bağlanabilmektedir¹⁰⁶.

Standart biyoaktif cam formülü genel olarak 45S5 olarak bilinmektedir ve FDA tarafından onaylanmıştır. Bu form ağırlık olarak %45 SiO₂, %24,5, Na₂O, CaO ve %6 P₂O₅ içermektedir. Materyal modifiye edilirken SiO₂ bileşeni çeşitlendirilirken, P₂O₅ bileşeni sabit tutulmaktadır¹⁰⁷.

Biyoaktif cam nano partiküllerinin bir diğer avantajı, küçük partikül boyutunun materyalin vücut sınırları içerisinde daha küçük alanlara geçişini sağlayabilmesidir. Örneğin; dentin, çapı 2-3µm olan dentinal tübüller içermektedir. Dentin rejenerasyonunun amaçlandığı durumlarda, aktif bileşenin dentin tübülleri içine penetrasyonu açısından küçük partikül boyutu avantaj sağlamaktadır¹⁰⁷.

Dentin tübüllerinin tıkanmasında kullanılacak ajanın dentin tübüllerine penetre olması ve tübülü tıkaması gerekmektedir¹⁰⁸. Tükürük, su gibi ortamlarda kalsiyum sodyum fosfosilikat partikülleri içindeki sodyum iyonları hidrojen katyonları ile hızlı bir şekilde değişime başlar. Bu hızlı değişim kalsiyum ve fosfat iyonlarının partikül yapısından salınımına ortam hazırlar. Ortam pH'sının yükselmesi kalsiyum ve fosfat iyonlarının partiküllerden ve tükürükten diş yüzeyine çökmesini kolaylaştırır. Bu çökme devam eder ve oluşan tabaka kristalize olur, sonuçta hidroksikarbonat apatit oluşur. Oluşan bu yapı, dental hidroksiapatit yapısına kimyasal ve yapısal olarak benzerdir. Bu yapının oluşması sonucunda dentin tübülleri fiziksel olarak tıkanmaktadır. Dentin tübüllerinin tıkanması ise diş hassasiyetini azaltmaktadır¹⁰⁹.

Orijinal 45S5 Bioglass® formülasyonu daha sonra dentin hassasiyeti tedavisi için diş macunu formülasyonlarında ve polisaj patlarında kullanılmak üzere uyarlanmıştır. Lynch ve ark. (2012), hem diş macunu hem de polisaj patına ilave ederek hassasiyet giderme etkinliğini araştırmış ve hidroksikarbonapatitin dentin yüzeyine çökertilmesi ve daha sonra dentin tübüllerini tıkamasını sağladığını bildirmiştir¹¹⁰.

2.9.9.4 Bitkisel içerikler

Bitkisel diş macunlarının genel olarak dişler üzerinde antiplak ve dişeti dokusu üzerinde anti-inflamatuar etkileri olduğu bildirilmektedir¹¹¹. Bir çalışma ıspanak ve ravent gibi oksalat içeren fito-komplekslerin dentin geçirgenliğini azalttığını bildirmesine rağmen, az sayıda rapor bitkisel diş macunlarının bileşenlerinin aracılık ettiği aşırı duyarlılıktaki azalmayı değerlendirmiştir¹¹².

Vajrabhaya ve ark (2016) bitkisel içerikli diş macunu olan Twin Lotus® (Twin Lotus Co., Ltd. Bangkok, Tayland) ile sodyum florid içeren diş macunu Sensodyne Rapid Relief® (Glaxo Smith Kline Consumer Healthcare, Weybridge, Surrey, İngiltere) hassasiyet giderme etkinliği karşılaştırılmıştır. Twin Lotus® diş macunu mangosten, flavau transtok C. nutans, portakal, yasemin ve hidroksitol gibi doğal bitkilerden elde edilir. Bu bileşenler, dentinal tübüllerden sıvı akışını tıkayabilir ve azaltabilir. Ek olarak, bu doğal bitkiler, hidroksiapatit ile şelasyon yaparak, dentinal tübülleri tıkayan kristalli bir çökelti oluşmasına neden olur. Twin Lotus® ile fırçalanmış dentin yüzeyinde bulunan çökeltinin parçacık boyutu, Sensodyne Rapid Relief® ile fırçalanmış yüzeyde bulunan çökeltiden biraz daha büyük bulunmuş ve daha iyi tıkama sağladığı görülmüştür¹². Bitkisel içerikli diş macununun tıkama etkinliğini laboratuvar ve klinik deneyler ile oluşturulduğu mekanizmayı belirlemek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

2.9.9.5 Kazein Fosfopeptid Amorf Kalsiyum Fosfat

Kazein fosfopeptid amorf kalsiyum fosfat (CPP-ACP) kompleksi; tüm hayvansal sütlerin içerisinde yer alan kazein fosfopeptidin, içerdiği fosfoseril uzantılar boyunca amorf kalsiyum fosfatı bağlayarak solüsyon içerisinde çökelmeleri için gerekli boyuta ulaşmalarını engellemesiyle meydana gelmektedir. CCP-ACP çürük önleyici etkisini bakteriyel kolonizasyonu önleyerek, dental plağın Ca ve P seviyesini yükselterek ve serbest Ca ve P'ı bağlayarak göstermektedir¹¹³. Günümüzde CCP-ACP; solüsyon, şekersiz sakız, gargara, diş macunu gibi ürünlerde remineralizasyona olan katkıları nedeniyle kullanılmaktadır. CPP-ACP florit varlığında sinerjik bir etkiye sahiptir¹¹⁴. Güncel çalışmalarda bulgular CPP-ACP'nin floridli diş macunundan sonra kullanımını önermektedir. Karbonat solüsyonundaki ACP kristalize olur ve hidroksiapatit oluşturur. Bu kristaller mikroskobik yüzey defektlerini doldurur, erken çürük defektlerini onarır ve dişleri daha pürüzsüz, kuvvetli ve daha az hassas hale

getirirler¹¹⁵. Kalsiyum fosfat dentin tübüllerinin ağzını kapatır ve geçirgenliğini azaltır. Diş hassasiyeti tedavilerinin yanı sıra diş beyazlatma tedavileri sonucunda oluşan hassasiyetlere karşı da kullanılabilir. CPP-ACP teknolojisi zaman zaman tatmin edici sonuçlar gösterse de bu materyalin etkinliğinin 3 aydan daha kısa sürmesi yeni materyal arayışlarına neden olmaktadır¹¹⁶.

2.9.9.6 Teobromin

Beyaz bir kristal toz olan teobromin (3,7 dimetilksantin), kakao ve çikolatada kolayca bulunabilen bir alkaloiddir. Yakın zamanda yapılan bir çalışma, apatit oluşturan bir ortamdaki teobrominin, ortamın demineralize diş dokusunu yeniden mineralize etme potansiyelini artırabileceğini bildirmiştir¹¹⁷. Yapılan çalışmalarda floridinkinden 71 kat daha az molar seviyede teobromin, floridinkine benzer bir mine lezyon remineralizasyon etkisine sahip olduğu görülmüştür. Yazarlar bu etkiyi, etkili miktarda teobromin içeren bir apatit oluşum sisteminde büyüyen hidroksiapatitin büyümesiyle kristalit boyutunun arttığı ve dişlerin kristalliliğinin düzeldiği önceki gözlemlere atfetmişlerdir. Bu çalışmalara dayanarak, diş çürüğünün önlenmesi ve tedavisi için ticari olarak temin edilebilen, florür içermeyen bir teobromin içeren diş macunu (Theodent Classic®, Theodentacare, Londra, İngiltere) geliştirilmiştir. Teobrominin kristalit büyümesini uyarma kabiliyeti nedeniyle bu diş macununun kullanımının dentin tübüllerinin kristalit çökmesi ile tıkanmasına neden olabileceği düşünülmektedir¹¹⁸. Teobromin içerikli diş macununun tıkama etkinliğini gösteren çok az *in vitro* ve *in vivo* çalışma bulunmaktadır. Laboratuvar ve klinik deneyler ile oluşturulduğu mekanizmayı belirlemek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Yukarıdaki bilgiler ışığında çalışmamıza; florid içerikli Sensodyne Rapid Relief®, kitosan içerikli Chitodent®, propolis içerikli Aagard Propolis®, nano-HA içerikli Prevdent® ve bitkisel içerikli Twin Lotus®'dan oluşan 6 farklı diş macunu dahil edilmiştir. Kullandığımız diş macunu içeriklerine bakıldığında hepsinin tek bir çalışmada etkinlikleri karşılaştırmalı olarak daha önce incelenmemiştir. Bu yüzden çalışmamız bir ilk olma özelliği göstermektedir. Çalışmada bahsedilen bu diş macunlarının laboratuvar koşullarında dentin tübüllerindeki tıkama etkinliklerini değerlendirmek ve birbirleriyle kıyaslamak amaçlanmıştır. Bu çalışmada oluşturulan hipotez, farklı hassasiyet giderici diş macunu uygulanan dentin disklerinde elde edilecek olan tübül tıkama skorlarının gruplar arasında farklılık göstermeyeceğidir

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu *in vitro* çalışmada, yaşları 20-35 arasında değişen kişilerden ortodontik ve/veya periodontal nedenlerle çekilen, diş çürüğü, restorasyon, endodontik tedavi, kron kırığı, atrizyon, abrazyon, erozyon, eksternal rezorbsiyon ve gelişimsel anomalisi bulunmayan 60 adet üçüncü molar diş kullanıldı.

Çalışma Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Değerlendirme Komisyonu'ndan alınan 03.03.2020 tarihli, 2020/39 sayılı onay ile gerçekleştirilmiştir (EK-1).

3.1 Örneklerin Hazırlanması

Çekilen dişler en fazla 3 ay sonra işleme tabi tutulacak şekilde deney gününe kadar timol içeren distile su içinde +4°C'de saklandı. 60 adet dişin kronundaki tüm mine tabakası yüksek devirli döner alet yardımı ile uzaklaştırıldı ve düşük devirli testere ile (Isomet 1000, Buehler, Germany) dişin uzun aksına dik, mine semet sınırının apikaline gelmeyecek şekilde 3mm kalınlığında, mine ve pulpa dokusu içermeyen 60 adet dentin diski elde edildi (Şekil 1). Elde edilen dentin diskleri, standart smear tabakası elde etmek için 600, 800 ve 1000 gritlik silikon karbid diskler kullanılarak su soğutması altında zımpara makinesinde 100 devir/dk'da 10 sn boyunca aşındırıldı.



Şekil 1: Hazırlanan Dentin Diskleri

Smear tabakasını kaldırmak için örneklerin yüzeyine 30 sn boyunca %37'lik ortofosforik asit uygulandı ve dentin tübülleri açığa çıkarıldı. Yüzeyler distile su ile yıkandı, kurutuldu. Elde edilen 60 adet dentin örneği rastgele olarak 6 gruba ayrıldı (n=10). Bu gruplar Tablo 1'de, Kullanılan diş macunu içerikleri Tablo 2'e yer

almaktadır. Gruplara ayrılan örnekler fırçalama simülatörüne tabi tutulmadan önce dentinal tübül açıklığını kontrol etmek amacı ile SEM görüntüleri ile değerlendirildi.

Tablo 1: Örneklerin deney gruplarına göre dağılımı ve uygulanan ürünler

Grup	Örnek Sayısı	Uygulanan Diş macunu
Stannöz florid	10	Sensodyne Rapid Relief
Nanohidroksiapatit	10	Prevdent
Teobromin	10	Theodent
Bitkisel İçerikli	10	Twin Lotus
Propolis	10	Aagard Propolis
Kitosan	10	Chitodent

3.2 Örneklerin Fırçalanması

Her bir gruptaki 10 dentin örneği İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda bulunan fırçalama simülatöründe (Toothbrush Simulation ZM-3.4-SD-Mechatronik) 1 aylık fırçalamaya denk gelen fırçalama simülasyonuna tabi tutuldu (Şekil 2). Örnekler 2:1 oranında distile su ile diş macunu karışımı bulunan kap içine yerleştirildi. Kullanılan macunlar Şekil 3'te gösterilmiştir. Fırçalama işlemi için düz saplı, orta sertlikte ve ince uçlu kıllar içeren diş fırçası (Slimsoft Sensitive Gum Care-Colgate) kullanıldı.

Bir aylık fırçalama simülasyonu 200 gramlık kuvvet altında, 1.8 Hz frekansta, 3.6 mm/sn devir hızında 585 defa vuruş yapılarak gerçekleştirildi^{119,120}. Tüm örneklerde aynı marka diş fırçası kullanıldı ve her 50 vuruşta macun karışımı yenilendi. Fırçalama simülatöründe aynı anda dört örnek test edilebildi. Deneyden sonra bütün örnekler fırçalama simülatörünün plastik kaplarından çıkarıldı, distile su ile bir dakika boyunca temizlendi. SEM incelenmesine kadar örnekler yapay tükürük (potasyum dihidrojen fosfat, sodyum klorit, kalsiyum klorit dihidrat, sodium azide, potasyum klorit) içerisinde bekletildi.



Şekil 2. Çalışmada Kullanılan Fırçalama Simülatörü



Şekil 3: Çalışmada Kullanılan Hassasiyet Giderici Diş Macunları

Tablo 2: Çalışmada Kullanılan Materyallerin İçerikleri

MATERYAL	İÇERİK	ÜRETİCİ FİRMA	BATCH NO
SENSODYNE RAPID RELİEF®	Gliserin, PEG-8, hidrat silika, pentasodyum trifosfat, sodyum lauril sulfat, flavor, titanyum dioksit, poliakrilik asit, kokamidopropil betaine, sodyum sakkarin, Stannöz florid	GlaxoSmithKline Consumer Healtycare,Surrey, İngiltere	M89E
PREVDENT®	Su, silika, sorbitol, gliserin, ksilitol, potasyum nitrat, nano-hidroksiapatit 15%, magnezyum alüminyum silika, Mentha piperita oil, sodyum lauril sarkosinat, ksantan sakızı, fenoksietanol, potasyum klorit, sodyum sulfat, sodyum sakkarin	PrevDent Baltic SIA, Latvia	14
THEODENT CLASSIC®	Teobromin, Sodyumhidrofosfat, Su, Silika, Ksilitol, Sodyumbikarbonat, Gliserol, Sodyumlaurilsulfat, Titanyumdioksit, Nane aroması, Vanilya özütü, Sitrik asit	Theodontacare, Londra İngiltere	21402
TWINLOTUS®	Sorbitol, su, silika,gliserin,karanfil,Kömür tozu,Mentol,Titanyum Dioksit, Flavou,Transtok(bitkisel karışım),Sakız özütü, Disodyum edta	Twin Lotus Co., Ltd.Bangkok 10250, Tayland	16101
AAGAARD PROPOLIS®	Silika, Sodyum Alljinat, Sorbitol, Sodyum Sakkain, Titanyumdioksit, Kaprilat, alkol, Propolis, Askorbik Asit	Börner GmbH Almanya	8982719
CHITODENT®	Aqua, Sorbitol, Sulu Silika, Gliserin, Kitosan, Laktik Asit, Aroma, Hidroksipropil, sodyum sakarin, Natriumhydroxid	Dorothea Janke Helmuth Focken Biyoteknik Arthur-Gruberstrasse 15 D-71065 Sindelfingen	9101101

3.3 SEM Analizi

Her gruba ayrılan örnekler için fırçalama simülatöründe fırçalama işlemine tabi tutulmadan önce ve sonra herhangi bir yüzey kaplama işlemi yapılmadan, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında bulunan SEM cihazında 15.00 kV ivme voltajında, çalışma mesafesi 8.9 mm'ye ayarlandı, x2000 büyütme ile görüntü alındı (Şekil 4). Her bir örnek yüzeyinde 3 farklı bölgeden x2000 büyütmede 3 adet olacak şekilde, her grup için toplamda 30 adet görüntü incelendi. Elde edilen mikrograflar dentinal tübüllerin açıklığı veya tıkanması açısından kontrol edildi. Kullanılan skorlama Tablo 3'te gösterilmiştir. Bir bilgisayar programı (Windows / PowerPoint, sürüm 7.0), x2000 büyütme derecesinde mikrografları standart hale getirmek için kullanıldı. Her grup için temsili bir mikrograf kullanılarak tüm gruplar için tıkanan tübül skoru hesaplandı. Standardizasyon amacıyla, çapı azalmış açık tübüller tamamen açık tübül skorlamasına dahil edildi. Görüntülerde dentin tübüllerinden sınırları belirgin, dairesel çapta olanlar skorlamaya dahil edildi. İkinci aşamada fırçalama sonrası tamamen açık olan tübül sayısı hesaplanarak, skorlamaya dahil edilen toplam tübül sayısına oranı yüzde olarak hesaplandı.



Şekil 4.Çalışmada kullanılan Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

Tablo 3: Tıkalı Tübüllerin Hesaplanmasında Kullanılacak Skorlama

Skorlama	
Skor 1: Tamamen Tıkalı	(Tübüller %100 tıkalı)
Skor 2: Çok Tıkalı	(Tübüller %50-%100 arasında tıkalı)
Skor 3: Kısmen Tıkalı	(Tübüller %25-%50 arasında tıkalı)
Skor 4: Çoğunlukla Tıkalı değil	(Tübüller %25'ten az tıkalı)
Skor 5: Tübüller Tıkalı değil	(Tübüller %0 tıkalı)

3.4 Elde Edilen Verilen İstatistiksel Olarak Analiz Edilmesi

Elde edilen verilerin istatistiksel analizi SPSS 22 programı kullanılarak yapıldı. Veriler değerlendirilirken parametreler normal dağılıma uygunluk göstermediği için parametrelerin gruplar arası çoklu karşılaştırmalarında ANOVA ve farklılık çıkan grubun ikili karşılaştırmasında Post-Hoc Tukey testi kullanıldı. Anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirildi.

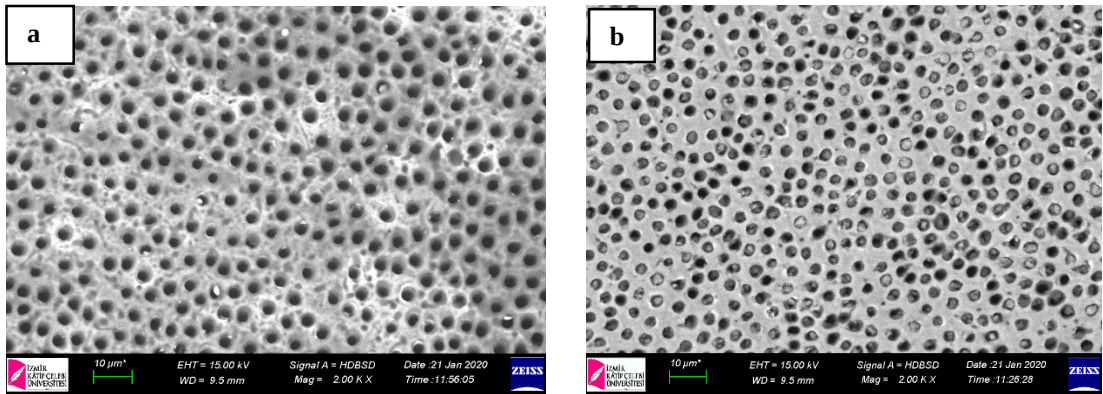
4. BULGULAR

Çalışma 6 grupta 60 dentin örneği üzerinde tamamlandı. Hassasiyet giderici diş macunları uygulandıktan sonra tübüllerin tıkanma yüzdeleri, açık tübül sayıları, fırçalama sonrası açık kalan tübül ortalaması, SEM görüntüleri üzerinden değerlendirildi. Çalışmada kullanılan bütün diş macunları uygulama öncesi ve sonrası elde edilen sonuçlar açısından kıyaslandığında, uygulama sonrasında tamamen açık olan dentin tübüllerinde azalma olduğu görüldü. Uygulanan tüm macun gruplarının fırçalama sonrası tübül tıkanma skorları Tablo 5’te, fırçalama sonrasında tamamen açık kalan ortalama tübül sayıları Tablo 6’te gösterilmiştir.

4.1 Dentin örneklerinin SEM Analizi

4.1.1 Sensodyne Rapid Relief

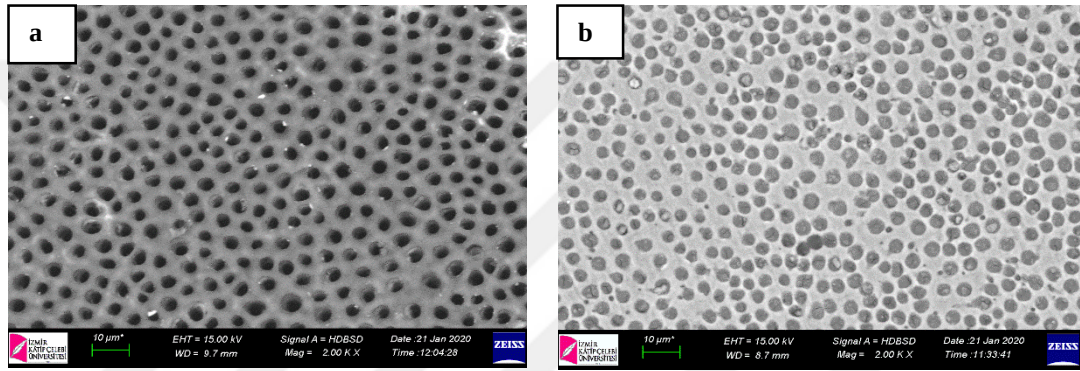
Sensodyne Rapid Relief® uygulanmadan önce değerlendirilen örneklerin SEM görüntülerinde %37’lik ortofosforik asit uygulamasından sonra smear tabakasının tamamen uzaklaştığı, dentin tübüllerinin açığa çıktığı görülmüştür. Sensodyne Rapid Relief® uygulanan grupta fırçalama sonrası tüm dentin tübüllerinin kapanmadığı tespit edilmiştir (Şekil 5). Fırçalama sonrası tübül tıkanma hesaplanmasında yapılan skorlamaya göre ortalama değer 2.625 ± 0.104 bulunmuştur. Fırçalama sonrası tamamen açık dentin tübülü %13 olarak hesaplandı. Fırçalama sonrası yapılan skorlama sonucunda diğer diş macunu grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).



Şekil 5: Sensodyne Rapid Relief® diş macunu ile fırçalama öncesi (a) ve sonrası (b) dentin tübülleri

4.1.2 Prevdent Grubu

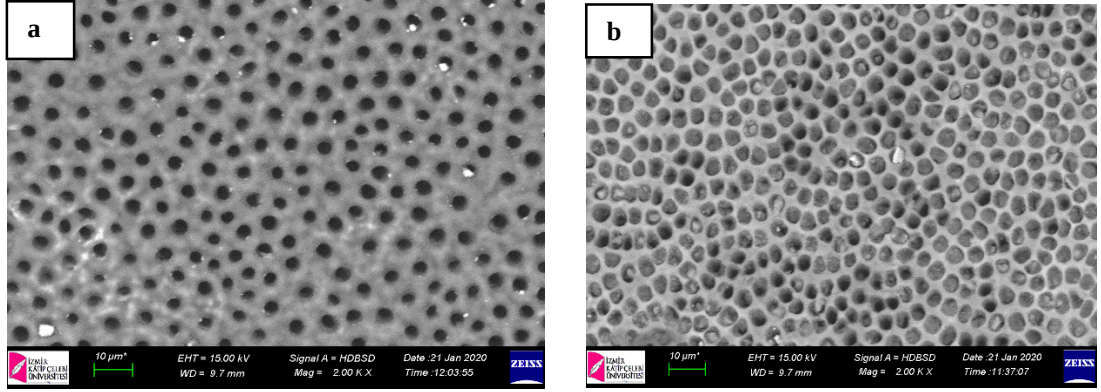
Prevdent® diş macunu ile fırçalanma öncesinde örneklerin SEM görüntülerinde %37'lik ortofosforik asit uygulamasından sonra smear tabakasının tamamen uzaklaştığı, farklı çaplardaki dentin tübüllerinin açığa çıktığı görülmüştür. Fırçalama sonrasında ise tübüllerin tamamının tıkanmış olduğu görüldü (Şekil 7). Tübul tıkanma hesaplanmasında yapılan skorlamaya göre ortalama değer 1.139 ± 0.106 bulunmuştur. Fırçalama sonrası tamamen açık dentin tübülü %0 olarak belirlendi. Fırçalama sonrası elde edilen skorların fırçalama öncesi ve diğer diş macunu gruplarından istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edildi ve en iyi tıkamayı yaptığı görüldü ($p < 0.05$).



Şekil 6: Prevdent® diş macunu ile fırçalama öncesi (a) ve sonrası (b) dentin tübülleri

4.1.3 Theodent Grubu

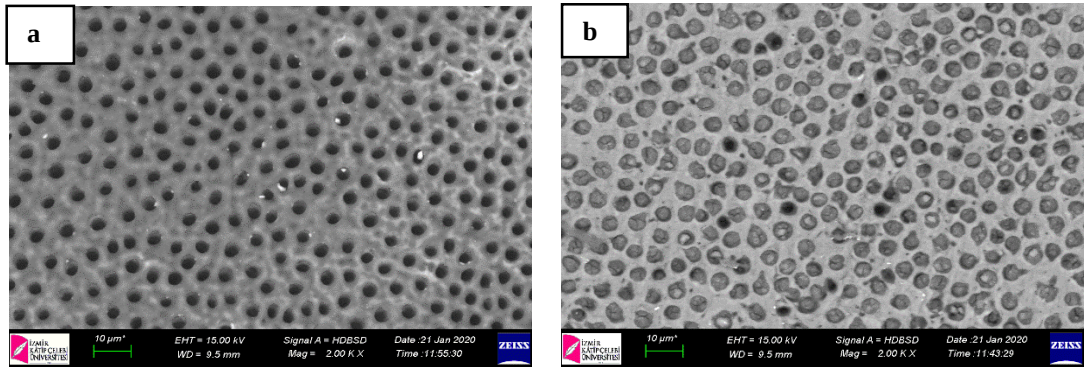
Theodent® diş macunu ile fırçalanma öncesinde örneklerin SEM görüntülerinde %37'lik ortofosforik asit uygulamasından sonra smear tabakasının tamamen uzaklaştığı, farklı çaplardaki dentin tübüllerinin açığa çıktığı görülmüştür (Şekil 8). Theodent® diş macunu uygulanan örneklerin fırçalama sonrası tübul tıkanma hesaplanmasında yapılan skorlamaya göre ortalama değer 1.695 ± 0.160 bulunmuştur. Fırçalama sonrası tamamen açık kalan tübul %0,55 olarak belirlendi. Fırçalama sonrası elde edilen skorların fırçalama öncesi ve Prevdent®, Sensodyne Rapid Relief®, Aagard Propolis® ve Chitodent® diş macunu gruplarından istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edildi ($p < 0.05$). Bitkisel içerikli Twin Lotus® grubu ile yapılan skorlama sonucuna göre istatistiksel olarak benzer bulunmuştur ($p > 0.05$).



Şekil 7: Theodent® diş macunu ile fırçalama öncesi (a) ve sonrası (b) dentin tübülleri

4.1.4 Twin Lotus Grubu

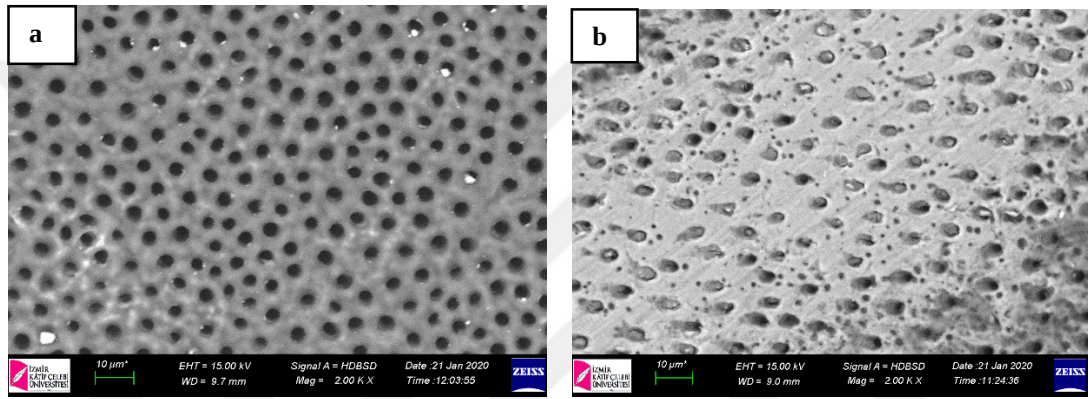
Twin Lotus® uygulanmadan önce değerlendirilen örneklerin SEM görüntülerinde %37'lik ortofosforik asit uygulamasından sonra smear tabakasının tamamen uzaklaştığı, farklı çaplardaki dentin tübüllerinin açığa çıktığı görülmüştür. Twin Lotus® diş macunu ile fırçalama yapılan grubun örneklerinden alınan görüntülerde, dentin tübüllerinde kristallerinin oluştuğu ve bu kristallerin bazı bölgelerde birikerek tübülleri tıkadığı izlendi (Şekil 6). Tübüllerin içerisinde de çok belirgin ama yaygın olmayan kristallere rastlandı. Twin Lotus® grubu örneklerde fırçalama sonrası tamamen açık tübül %0,95 olarak hesaplandı. Tübül tıkanma hesaplanmasında yapılan skorlamaya göre ortalama değer 1.511 ± 0.069 bulunmuştur. Fırçalama sonrası elde edilen skorların Prevdent®, Sensodyne Rapid Relief®, Aagard Propolis® ve Chitodent® diş macunu gruplarından istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edildi ($p < 0.05$). Teobromin içerikli Theodent® diş macunu grubu ile yapılan skorlama sonucunda ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$).



Şekil 8: Twin Lotus® diş macunu ile fırçalama öncesi (a) ve sonrası (b) dentin tübülleri

4.1.5 Aagard Propolis Grubu

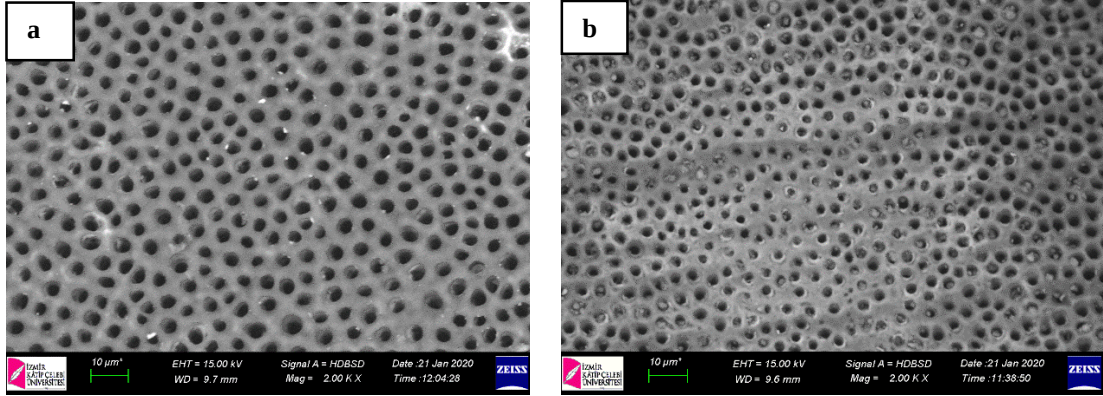
Kontrol grubu örneklerin SEM görüntülerinde %37'lik ortofosforik asit uygulamasından sonra smear tabakasının tamamen uzaklaştığı, dentin tübüllerinin açığa çıktığı görülmüştür. Aagard Propolis diş macunu uygulanan örneklerin dentin tübüllerinin bir kısmını kapattığı izlendi (Şekil 10). Aagard Propolis® diş macunu uygulanan örneklerde Fırçalama sonrası tübül tıkanma hesaplanmasında yapılan skorlamaya göre ortalama değer 2.266 ± 0.058 bulunmuştur. Fırçalama sonrası tamamen açık kalan tübül %1,02 olarak tespit edilmiştir. Fırçalama öncesi ile diğer diş macunlu grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).



Şekil 9: Aagard Propolis® diş macunu ile fırçalama öncesi (a) ve sonrası (b) dentin tübülleri

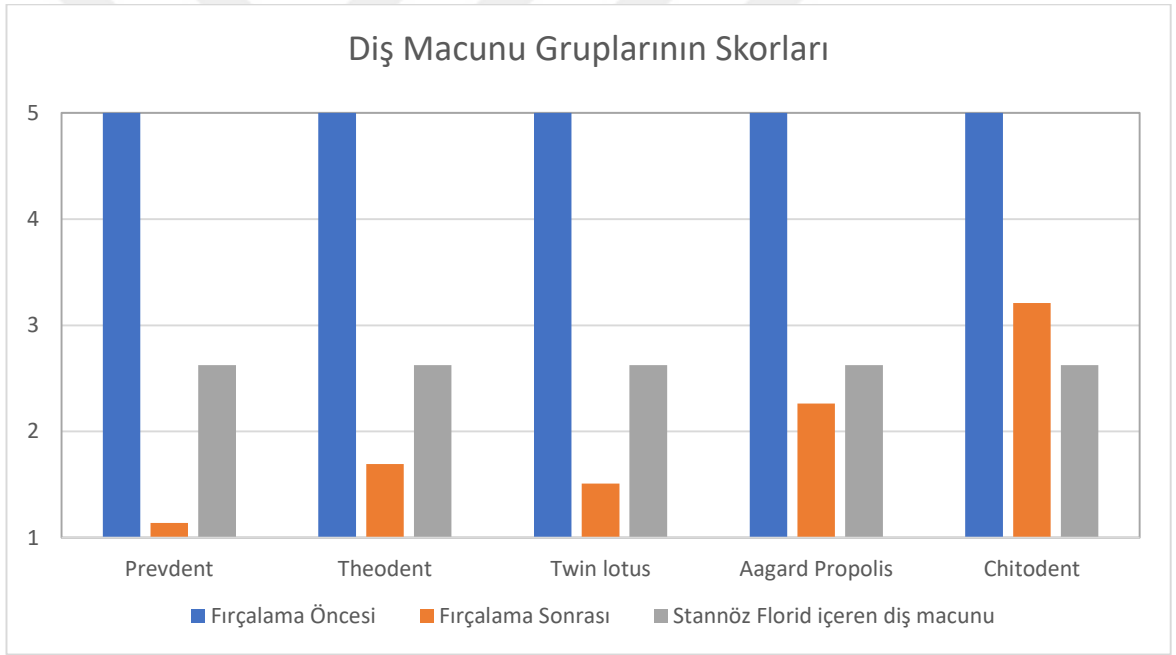
4.1.6 Chitodent Grubu

Chitodent® grubu örneklerin fırçalama öncesi SEM görüntülerinde %37'lik ortofosforik asit uygulamasından sonra smear tabakasının tamamen uzaklaştığı, dentin tübüllerinin açığa çıktığı görülmüştür (Şekil 9). Chitodent® diş macunu uygulanan örneklerin dentin tübüllerinin birçoğunu kapattığı, açık kalanların ise çaplarının daraldığı izlendi (Şekil 9). Chitodent® diş macunu uygulanan örneklerde fırçalama sonrası tübül tıkanma hesaplanmasında yapılan skorlamaya göre ortalama değer 3.210 ± 0.173 bulunmuştur. Fırçalama sonrası tamamen açık kalan tübül %29,4 olarak belirlenmiştir. Fırçalama sonrası elde edilen skorların, fırçalama öncesi ve diğer diş macunu skorları ile aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$).



Şekil 10: Chitodent® diş macunu ile fırçalama öncesi (a) ve sonrası (b) dentin tübülleri

Tablo 4: Fırçalama Sonrası Tübüllerin Skor Oranları



Dentin Tübül Tıkanıklığı Sınıflandırma Skorları (üç kör araştırmacı ortalamasına göre):

1 = tıkanmış, 2 = çoğunlukla tıkalı, 3 = kısmen tıkalı, 4 = çoğunlukla tıkalı değil,

5 = tamamen açık

Tablo 5: Gruplarda uygulanan işlemler ve fırçalama sonrasında tübüllerin skor ortalaması ve standart sapma değerleri

Kullanılan Macunlar	Tıkanma Skorları
	Ort $\pm$ SS
Sensodyne Rapid Relief	2.625 $\pm$ 0.104 ^a
Prevdent	1.139 $\pm$ 0.106 ^b
Theodent	1.695 $\pm$ 0.160 ^c
Twin Lotus	1.511 $\pm$ 0.069 ^c
Aagard Propolis	2.266 $\pm$ 0.058 ^d
Chitodent	3.210 $\pm$ 0.173 ^e

Anlamlılık düzeyi 0.05 olarak belirlenmiştir. (p=0.05)

Farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı değerleri gösterir (p <0.05).

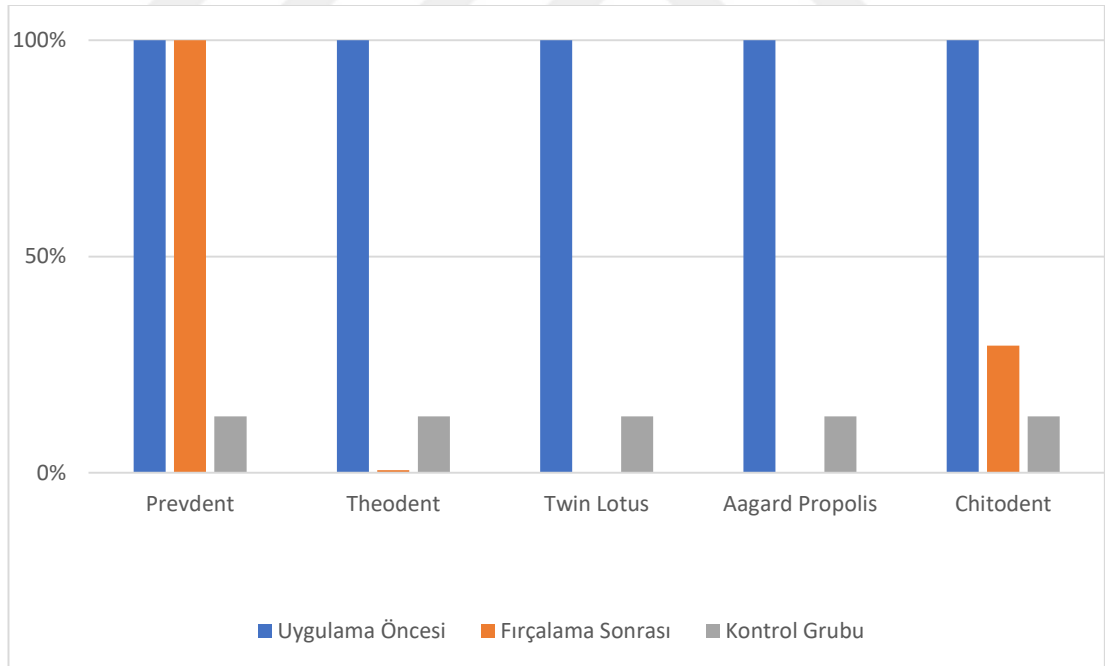
4.1.7 Fırçalama Sonrası Tamamen Açık Olan Tübüllerin Yüzdeleri

Fırçalama simülöründe hassasiyet giderici macun uygulanan dentin örneklerinde tamamen açık kalan ortalama tübül sayısı, fırçalama öncesi örneklerinden düşük sayıda bulundu. Fırçalama sonrası dentin tübüllerini tıkama etkinlikleri değerlendirildiğinde, Prevdent® grubu, skorlamaya dahil edilen tübüllerin tamamına yakını tıkadığından en etkili olan diş macunu olarak tespit edildi. Prevdent® grubunu Theodent® ve Twin Lotus® grubu takip etmektedir. Sensodyne®, Aagard Propolis® ve Chitodent® grubu diğer gruplar ile karşılaştırıldığında tıkanmayan açık dentin tübüleri görülmektedir. Tamamen açık dentin tübüleri skorlamaya dahil edilen toplam tübüllere oranladığımızda Chitodent® grubunun açık tübül sayısı diğer gruplara oranla daha fazla bulunmuştur. Uygulama sonrası tamamen açık kalan dentin tübül sayılarının yüzdesi Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6: Fırçalama Sonrası Tamamen Açık Kalan Ortalama Dentin Tübül Yüzdeleri

Kullanılan Macunlar	Tamamen Açık Kalan Tübül Sayısı Ortalaması
Sensodyne Rapid Relief	%13
Prevent	%0
Theodent	%0,55
Twin Lotus	%0,95
Aagard Propolis	%1,02
Chitodent	%29,4

Tablo 7: Fırçalama sonrasında Tamamen Açık Kalan Ortalama Dentin Tübülü Sayısı



5. TARTIŞMA

Dentin hassasiyeti şikâyeti olan hastalar, evde ilk tedavi basamağını kendileri uygulayabilirler veya bir diş hekimi tarafından tedaviye başlayabilirler. Evde uygulanan yöntemler daha basit olmakla beraber birçok diş etkileyen genel dentin hassasiyetini aynı anda tedavi edebilir. Kullanılan çeşitli hassasiyet giderici maddeler, uygulama şekline göre diş macunu, gargara veya vernik olarak sınıflandırılabilir. Dentin hassasiyeti tedavisi için iki temel metot mevcuttur. İlk yöntem pulpadaki sinir iletiminin engellenmesi, ikincisi doğrudan dentin tübüllerini tıkamaktır.

Hidrodinamik teoriye dayanarak, dentin aşırı duyarlılığı dentin tübülleri içindeki sıvıların akışıyla ilişkilidir ve bu sıvı hareketi tübüllerin yarıçapı ile doğru orantılıdır. Sonuç olarak, tübül açıklığının yarıçapındaki herhangi bir azalmanın dentin geçirgenliğini azaltması ve dentin aşırı duyarlılığının tedavisinde etkili olması beklenir. Farklı formlarda uygulanan çeşitli hassasiyet giderici diş macunlarının bu özelliği, bu çalışmada değerlendirilmektedir.

In vitro çalışmalar, klinik çalışmaları tasarlamak için sayısal verilerin elde edilmesini kolaylaştırmaktadır¹²¹. Klinik çalışmalara göre *in vitro* çalışmalar, daha kısa sürede tamamlanabildiği için kontrolünün daha kolay ve iyi yapılabilmesi, maliyetinin daha az olması, direkt ve hızlı olarak değerlendirmeye izin vermesi gibi avantajlara sahiptir. Ayrıca yeterince hassastırlar ve etik problemler de yaşanmamaktadır¹²². Bu nedenle klinik çalışmaların tüm kısıtlamalarını elimine etmek ve ağız ortamındaki koşulları olabildiğince taklit etmek için çalışmamız *in vitro* olarak gerçekleştirilmiştir.

Dentin tübüllerinin incelendiği çalışmaların bir kısmında insan dişi¹²³ bir kısmında sığır dişi¹²⁴ kullanılmıştır. Ancak sığır dişi minelerinin insan dişi minelerine göre daha poröz, daha yumuşak olduğu ve daha az flor içerdiği bildirilmektedir¹²⁵. Bu nedenle çalışmamızda çekilmiş 3. molar insan dişleri kullanılmıştır. Dişler kullanım öncesi temizlenmiş ve herhangi bir çürük, beyaz nokta lezyonu, hipoplazi ve çatlak bulunup bulunmadığı açısından incelenmiştir¹²³.

Çekilmiş dişlerin deney anına kadar muhafaza edildiği saklama solüsyonlarının da tübül tıkanması üzerinde etkisi bulunduğu iddia edilmektedir. Saklama solüsyonları, antibakteriyel etkinliklerinin yanısıra çekilmiş dişleri nemli ortamda

muhafaza etmek amacıyla da kullanılırlar. Dişlerin buzdolabında antiseptik solüsyonlar içerisinde muhafaza edilmesi halinde; organik ya da mineral bileşenlerinin intratubuler olarak çökmesinin mümkün olduğu ve bunun da dentin geçirgenliğini etkileyeceği bildirilmiştir¹²⁶. Farklı saklama solüsyonlarının zaman içinde dentin geçirgenliğinde yarattığı değişikliklerin incelendiği bazı çalışmalarda etanol ve timol gibi fiksatif solüsyonların dentin geçirgenliğinde en az oranda değişime yol açtığı bildirilmiştir^{145,146}. Bu nedenle biz de çalışmamızda saklama solüsyonu olarak %10'luk timol solüsyonu kullanmayı tercih ettik.

Dentin tübülünü ilgilendiren çalışmalarda, pulpası çıkarılmış kronlar ya da dentinden elde edilen diskler kullanılabilir. Dentin disklerinin kullanımı; incelenen dokunun standardizasyonunun nispeten kolaylıkla sağlanabilmesi ve daha hassas sonuçlar elde edilebilmesi açısından avantajlıdır¹²⁷. Bu sebeple biz de çalışmamızda dentin disklerini kullanmayı tercih ettik.

Dentin geçirgenliği üzerinde önemli etkisi bulunan başka bir değişken de smear tabakanın varlığıdır. Smear tabaka, dentin tübüllerinin üzerini ve tübül ağzlarını örterek dentin geçirgenliğini azaltır¹²⁸. Tübül tıkama çalışmalarında standart bir smear tabaka oluşturulmaktadır. Standart smear tabakanın oluşturulması amacıyla çalışmalarda farklı protokoller uygulanmıştır. Dentin disklerine genellikle 600 gritlik silikon karbit (SiC) zımpara kağıdı ile 30 sn zımparalama yapılmış olup; 500 gritlik SiC ile 30 sn zımparalama şeklindeki uygulamalara da rastlamak mümkündür¹²⁹. Çalışmamızda dentin diskleri 600 gritlik, 800 gritlik, 1000 gritlik ve 1200 gritlik SiC zımpara kâğıdı sırası ile 10'ar sn uygulanarak standart smear tabaka oluşturulmuştur.

Literatür incelendiğinde, dentin disklerindeki smear tabakanın kaldırılması amacıyla uygulanan standart bir protokolün bulunmadığı görülmektedir. Çalışmalarda, dentin disklerine çeşitli sürelerde EDTA⁸³, EDTA ve sodyum hipoklorit kombinasyonu, fosforik asit ve sitrik asit uygulanmıştır⁵⁷. Çalışmamızda smear tabakanın kaldırılması amacıyla Şahin ve ark. (2007)'nin çalışmalarında olduğu gibi örneklere 30 sn boyunca %37'lik fosforik asit uygulanmıştır. Hiçbir tedavi uygulanmayan grupların SEM analizinde, dentin tübül ağzlarının tamamen açık olduğu gözlenmiştir (Şekil 5-10).

Rutin olarak kullanılan diş macunları tüm dental ürünler arasında tüketiciler

tarafından oldukça yaygın olarak kullanılan en etkili kozmetik ve terapötik ajanlardır¹³⁰. Bu yüzden dentin hassasiyeti tedavisinde tübülleri tıkayarak hassasiyetin ortadan kalkması sürecinde tükürükte bulunan kalsiyum ve fosfat iyonlarının yanı sıra bu iyonların yeniden çökmesinde katalizör etki gösterecek; günümüzde de terapötik amaçla kullanılan diş macunlarının yapısında bulunan flor, nano-hidroksiapatit, propolis, kitosan, teobromin, bitkisel içerikler gibi çeşitli ajanlarında uygulanması önemlidir.

Çalışmamızda çeşitli içeriklerdeki diş macunlarının dentinde tübül tıkama etkinliklerini değerlendirmek için örnekler bir aylık fırçalamaya denk gelecek şekilde fırçalama simülatörüne tabi tutuldu ve SEM görüntüleri alınarak değerlendirildi. SEM, hassasiyet giderici diş macununun dentin tübülü tıkanmasındaki etkisine dair önceki birçok araştırmada kullanılmıştır⁹².

Tübül tıkama etkinliği incelenen birçok çalışmada standardizasyonu sağlamak amacı ile fırçalama simülatörü kullanılmaktadır. Simülatörde kullanılan diş fırçası, rutinde hastaların en çok tercih ettiği orta sertlikte (Slimsoft Sensitive Gum Care-Colgate) tercih edildi. Çoğu çalışmada hastalar tarafından uygulanan fırçalama kuvvetlerinin varyasyonlar gösterdiği bildirildiğinden bu çalışmada kullanılan standardizasyonla sonuçlardaki muhtemel farklılıkları minimize etmek amaçlanmıştır. Klinik çalışmalarda diş fırçalama yükü 140 ila 720 g, arasında değişirken, *in vitro* çalışmalarda, diş fırçalama yükünün ISO standartlarına göre 50 ila 250 g arasında tutulması gerektiği belirtilmiştir¹³¹. Bu nedenle, çalışmamızda 200 g diş fırçası yükü kullanılmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda, diş yüzeyi başına gerçek *in vivo* diş fırçalama süresini tahmin edilmeye çalışmış ve diş yüzeyi başına 2 ila 8 sn olarak tespit edilmiştir¹³². Çalışmamızda diğer çalışmalarla da tutarlı olan Dr. da Costa ve ark (2010) tarafından sunulan *in vitro* fırçalama uygulanmıştır¹³³. Bu protokole göre, bir birey her diş yüzeyini saniyede 2 vuruş sıklığında 8 s / gün fırçalar, bu da günde diş yüzeyi başına 16 vuruşa denk gelir. Bu nedenle, çalışmamızda her bir fırçalama döngüsünde gerçekleştirilen 585 vuruş, *in vivo* yaklaşık bir aylık diş fırçalamayı temsil etmektedir; her fırçalama döngüsü için, 585 vuruş için 150 s süren 3.6 cm'lik yatay bir fırçalama izi tekrarlanmıştır.

Hassas dişlerdeki açığa çıkmış tübül sayısı, hassas olmayan dişlere göre 8 kat daha fazladır²¹. Dentin tübüllerinin daralması ya da tamamen tıkanması başarılı bir

dentin hassasiyeti tedavisinin ana hedefidir. Bu sebeple çalışmamızda, dentin hassasiyet tedavilerini *in vitro* ortamda inceleyen çalışmalara benzer olarak dentinin morfolojik görünümü, SEM görüntüleri üzerinden, tıkanmış olan tübüllerin hangi oranda tıkanmış skorlanarak tespit edildi^{134,135}. Açıkta kalan tübül sayısı değerlendirildi.

Hassasiyet giderici diş macunlarının fırçalama simülatöründe uygulanmasından sonra yapay tükürükte bekletilen örneklerde; dentin yüzeyinde ve tübüllerinde biriken yapıların çözünüp uzaklaşabileceği gibi, yapay tükürükten kaynaklanan minerallerin tekrar yüzeye çökmesi dolayısıyla dentin tübüllerinde tıkanma meydana gelmesi de söz konusu olabilir. Çökme oluşması durumunda dentin tübüllerinde tıkanma beklenmektedir¹³⁶.

Çalışmamızdaki tüm gruplarda fırçalama simülatörüne tabi tutulduktan sonraki SEM görüntüleri ile fırçalanmadan önceki SEM görüntüleri karşılaştırıldığında dentin tübüllerinde tıkanma olduğu görülmüştür. Grupların ortalama dentin tübül tıkanma skorları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Hangi gruplar arasında farklılık olduğunu belirlemek amacıyla yapılan ikili gruplar arasındaki karşılaştırmalı analizde; sadece Theodent® ve Twin Lotus® grubu arasında istatistiksel olarak farklılık gözlenmediği tespit edilmiştir ($p>0.05$). Dolayısıyla 6 farklı hassasiyet giderici macunun uygulandığı dentin disklerinin ortalama tübül tıkanma skorları açısından gruplar arasında fark olmayacağı hipotezi reddedilmiştir.

Çalışmada yer alan hassasiyet giderici macunların tübül tıkanma skorlarının ortalama değerlerindeki artış, tedavi etkinlik değerlerini göstermektedir. Tedavi etkinlik değerlerini en yüksekten düşüğe doğru yaklaşık olarak; Prevdent grubu, TwinLotus® grubu, Theodent® grubu, Aagard Propolis® grubu, Sensodyne® grubu ve Chitodent® grubu şeklinde sıralamak mümkündür.

Florid içerikli Sensodyne Rapid Relief® diş macunu uyguladığımız örneklerin ortalama tübül tıkanma skoru 2.625 ± 0.104 olarak tespit edilmiştir. SEM incelemesinde, dentin tübüllerinin yüzeyinin nispeten örtülü olduğu gözlenmiş, ancak tamamen açık tübül ağzlarına rastlanmıştır (Şekil 5). Sensodyne ile ilgili olarak, stronsiyum mine ve dentin içinde doğal bir eser element olarak oluşur, remineralize edici bir maddedir ve

apatitik kafes içindeki kalsiyumun yerini alarak mine mineral fazına dahil edilir. Tübüllerin tıkanması dentin afinitesi ve organik dokulara veya organik dokulara adsorpsiyon olasılığı ile açıklanabilir⁸. *In vitro* çalışmalar, stronsiyum asetat tedavilerinin dentin yüzeyinde küçük kristal birikimi oluşturduğunu göstermiştir¹³⁷.

Çalışmamızda farklı içeriklerdeki diş macunlarının etkinliğinin, florürlü standart bir diş macunuyla karşılaştırılabilmesi amacıyla kontrol grubu olarak Sensodyne Rapid Relief® (GlaxoSmithKline Consumer Healthcare) seçildi. Ayrıca Sensodyne diş macunu, aktif içeriğinin sadece florür (1450 ppm) olması, piyasada kolaylıkla bulunabilmesi ve günlük ağız bakımı prosedürlerinde hastaların rahatlıkla kullanabildiği bir diş macunu olması sebebiyle de tercih edilmiştir¹¹.

Simone ve ark (2015) yaptıkları bir çalışmada, Sensodyne Rapid Relief® ile ilgili olarak, yapısında bulunan stannöz floridin remineralizasyon özelliğini ve tübüllerin tıkanmasını, dentin afinitesi ve organik dokulara adsorpsiyon yapması ile açıklamışlardır⁸. Sensodyne Rapid Relief®'in ana aktif bileşeni olan stannöz florürün etkinliği hakkındaki veriler tartışmalıdır¹³⁸. Yaptığımız çalışmada SEM görüntüleri incelendiğinde tıkanmış tübüller saptanmıştır.

Nano-HA içeren Prevdent® diş macunu uyguladığımız örneklerin ortalama tübül tıkanma skoru 1.139 ± 0.106 olarak tespit edilmiştir. SEM incelemesinde, dentin tübüllerini en yüksek oranda tıkadığı gözlenmiştir, bu nedenle incelenen tüm diş macunu grupları arasında en etkili olduğu görülmektedir (Şekil 7).

Nano-HA en biyouyumlu ve biyoaktif maddelerden biri olarak kabul edilir ve son yıllarda tıp ve diş hekimliğinde geniş kabul görmüştür. Artan sayıda çalışma, nano-HA'nın diş macunlarına, ağız gargaralarına ilave edildikten sonra yapay çürük lezyonlarının remineralizasyon potansiyelini arttırdığını göstermiştir¹⁰³. Son zamanlarda, aşırı duyarlılığı azaltmaya yardımcı olan nano-HA ve nano-HA/ protein komplekslerine maruz kalan dentin tübüllerinin tıkanması da bildirilmiştir¹³⁹, ancak literatürde nano-HA'nın hassasiyet giderme etkinliği hakkında yetersiz veri bulunmaktadır.

Najibfard ve ark (2011) yapmış oldukları *in situ* çalışmada nano-HA içeren diş macunlarının remineralizasyon kapasitelerinin florid içeren diş macunları ile benzer olduğunu ve bu yüzden nano-HA diş macunlarının floridli diş macunlarına alternatif

olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir¹⁴⁰. Yaptığımız çalışmada nano-HA içerikli diş macunu grubunun kontrol grubu olan flor içerikli diş macunu grubundan anlamlı derecede daha yüksek tıkama sağladığı görülmüştür. Bu farklılığın bahsedilen çalışmada kullanılan diş macununun %5 oranında nano-HA içermesi, bizim kullandığımız macunda ise %15 oranında¹⁴¹ nano-HA bulunması olduğunu düşünmekteyiz.

Rithesh ve ark (2016)'nın farklı içerikteki diş macunlarının tübül tıkama etkinliklerini incelediği bir SEM çalışmasında, nano-HA diş macununun dentin tübüllerinde %98,1 tıkama sağladığı görülmüştür. Bu özellik, nano-HA kristalleri tarafından dentin tübüllerinin tıkanmasına ve asit saldırısına dirençli koruyucu bir biyomimetik katmanın oluşumuna bağlanmıştır¹⁴². Bizim çalışmamızda da nano-HA içerikli diş macunu olan Prevdent®'in kontrol grubu ve diğer diş macunlarına kıyasla daha iyi tıkama sağladığı görülmüş ve istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0.05$).

Imran ve ark (2015) yaptıkları bir çalışmada stannöz florid ve nano-HA içeren diş macunları asit uygulamasından önce bir haftalık fırçalama simülatörüne tabi tutulduktan sonra önemli miktarda tübül tıkanıklığı göstermiştir. Bununla birlikte, sitrik aside maruz kaldıktan sonra, florür içerikli diş macunu parçacıkları neredeyse tamamen tübüllerden kaybolurken, nano-HA içeren diş macunu parçacıklarında sadece hafif bir azalma fark edilmiştir¹⁴³. Yuan P. ve ark (2012) ise yaptıkları başka bir çalışmada, sıradan bir diş macununa hidroksiapatit ilavesinin, tübül tıkama yeteneklerini önemli ölçüde geliştirdiğini ve 7 günlük fırçalamadan sonra %90'ın üzerinde bir tübül tıkanma oranı tespit edildiğini bildirmişlerdir¹⁴⁴. Bu sonuçlar, nano-HA diş macunu için neredeyse %100'lük bir tübül tıkanma yüzdesinin elde edildiği çalışmamızın bulgularına benzerdir. Nano-HA partiküllerinin (kalsiyum ve fosfattan oluşan) diş yüzeyine adsorbe etme ve çözünmeyi inhibe etme yeteneğine sahip olduğu gösterilmiştir¹⁴⁵.

Huang ve ark (2011) ise yapay olarak oluşturulan başlangıç mine çürüğü üzerine nano-HA ve mikro-HA remineralizasyon potansiyelini değerlendirmek için yaptıkları çalışmada, mikro-HA ile kıyaslandığından nano-HA'lerin daha iyi serbest kalsiyum kaynağı olduğunu bu yüzden nano-HA'in mikro-HA'den daha iyi remineralizasyon sağladığı bildirilmektedir¹⁴⁶.

Beyaz nokta lezyonlarında yüzey altında hidroksiapatitlerin çözünmesinden kaynaklanan bir lezyon oluşurken, çözünen iyonların yüzeyde birikmesi ile de yüksek derecede mineralize yüzey tabakası oluşmaktadır. Nano-HA kristallerinin beyaz nokta lezyonlarına 10 sn uygulanması halinde bile kristallerin demineralize yüzey altı lezyonunun daha derin kısımlarına doğru penetre olduğunu ayrıca kalsiyum ve fosfat iyonlarından oluşan depo benzeri bir yapıyı meydana getirdiği bildirilmektedir¹⁴⁷. Floridlerle ilgili olan bu yapı ise çürük oluşum olayları sırasında bünyesindeki iyonların kullanılabilir hale gelmesini sağlamakta, böylece dentinin mineraller açısından aşırı doygun durumunun korunmasına yardımcı olmaktadır¹⁴⁸. Çalışmamızda kullandığımız nano-HA içerikli diş macununun başarısı bu mekanizma ile açıklanabilir. Bu mekanizma aynı zamanda SEM sonuçları değerlendirildiğinde nano-HA grubunda kontrol grubuna kıyasla en yüksek düzeyde tıkama sağladığı sonucunu desteklemektedir.

Swarup ve Rao'nun (2014) nano-HA'in %2'lik sodyum floride kıyasla remineralizasyon potansiyelini inceledikleri bir *in vitro* çalışmada nano-HA grubunun flor grubuna göre yüzeyi daha üniform apatitik bir tabakayla örttüğü SEM görüntülerinde gösterilmiştir¹¹³. Jeong ve ark (2006)'nın nano-HA içeren diş macunlarının remineralizasyon potansiyeli üzerine yaptıkları bir başka *in vitro* çalışmada ise yüzeyinin nano-HA kristalleri ile kaplandığı SEM görüntülerinde belirtilmiştir¹⁴⁹. Bu tez çalışmasında da diğer çalışma sonuçlarına benzer olarak SEM görüntüleri incelendiğinde, nano-HA içeren Prevdent® diş macunu uygulanan örneklerin, üniform ve apatitik bir tabakayla kaplandığı görülmüştür (Şekil 7). Nano-HA kristallerinden oluşan bu tabakanın diğer diş macunlarına kıyasla dentin tübüllerini tamamen tıkadığı görülmüştür.

Gjorgievska ve ark (2013), farklı diş macunları ile remineralizasyonu araştırdıkları *in vitro* bir çalışmada, HA içeren diş macunu uygulanan gruptaki kalsiyum ve fosfat değerlerinin florürlü standart bir diş macununa göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğunu bildirmişlerdir⁹. Bu sonuç yaptığımız çalışma ile örtüşmektedir. Çalışmamızda, nano-HA içeren diş macununun uygulandığı gruplarda fırçalama simülatörü sonundaki tıkanma skorları, florürlü diş macunu uygulanan gruptan elde edilen skorlara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$).

Teobromin içerikli Theodent Classic® diş macunu uyguladığımız örneklerin ortalama tübül tıkaama skoru 1.695 ± 0.160 olarak tespit edilmiştir. SEM incelemesinde, dentin tübüllerinin çoğunun tıkalı olduğu gözlenmiş, ancak tamamen açık tübüller de tespit edilmiştir (Şekil 7). Tıkanma miktarları karşılaştırıldığında, teobrominin florür, propolis, kitosan içerikli diş macunlarından daha iyi tıkaama sağladığı, nano-HA içerikli diş macunundan istatistiksel olarak daha az tıkaama yaptığı görülmüştür ($p < 0.05$). Bitkisel içerikli Twin Lotus® diş macunu ile kıyaslandığında ise istatistiksel olarak benzer bulunmuştur ($p > 0.05$). Son yıllarda yapılan çalışmalar, teobrominin florüre alternatif olarak kullanılabileceği yönündedir^{150,151}. Literatürde teobromin içerikli diş macunlarının dentin tübülleri üzerindeki etkisini veya remineralizasyon potansiyelini inceleyen sınırlı sayıda çalışma tespit edilmiştir.

Amaechi ve ark (2013) yaptıkları bir *in vitro* çalışmada, yapay tükrük içerisinde teobromin ve sodyum florür ekleyerek remineralizasyon potansiyelini karşılaştırmışlardır. Demineralize bir yüzeyin teobromine düzenli maruz kalmasının yüzeyde yeniden kristalleşmesine neden olduğu ve sodyum florürle karşılaştırıldığında daha fazla arttırdığını tespit etmişlerdir¹¹⁷. Daha sonra teobromin ile ilgili yapılan kapsamlı çalışmalarında ise remineralize edilmiş yüzeylere asit uygulaması sonrası, teobromin ile tedavi edilen dişlerin florürle tedavi edilen dişlerden %8 daha az kalsiyum kaybettiğini gözlemlemişlerdir¹⁵².

Bennett ve ark. (2014) teobromin içeren diş macununun Theodent Classic® fırçalama sonrasında dentin tübüllerini fiziksel olarak tıkaama kabiliyetinin araştırıldığı bir çalışmada, Theodent Classic®'in dentin tübüllerinde birikme yeteneğinin, teobrominle beraber oluşan kristalit boyutunun büyümesinden kaynaklandığı görülmüştür. $1.1 \text{ mmol} / \text{l}$ teobromin mevcudiyetinde büyütüldüğünde $2 \text{ }\mu\text{m}$ üzerinde ölçülen kristalit kümeleri gözlenirken, teobromin olmadan normal florür içerikli diş macununda ise sadece $0.5 \text{ }\mu\text{m}$ 'lik bir kristalit elde edildiği görülmüştür. Çalışmada bu farkın teobromin hızlı kristalit oluşumunu teşvik ettiğini rapor etmişlerdir. Yapılan çalışmanın sonuçları incelendiğinde, teobromin ve florür içerikli diş macunlarının SEM görüntülerinde dentin tübüllerinin hepsinin tıkalı bulunmadığı, tamamen açık tübüllerin de bulunduğu tespit edilmiştir¹⁵³. Rapor edilen sonuçlar bizim çalışmamızın sonuçlarını doğrular niteliktedir.

Vani ve ark. (2019) nano-HA, teobromin ve florür içeren diş macunlarının remineralizasyon potansiyelinin karşılaştırıldığı çalışmada, nano-HA ve teobromin içerikli diş macunu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymuştur¹⁵⁴. Yapılan çalışmanın sonuçları bizim çalışmamızın sonuçları ile farklı bulunmuştur. Bunun sebebinin yapılan çalışmada uygulama süresinin sadece 2 dk olması, bizim çalışmamızda ise fırçalama simülatöründe 1 aylık fırçalamaya denk gelen bir uygulama yapılmasından kaynakladığını düşünmekteyiz.

Nakamoto ve ark (2016), florür ve teobromin içeren diş macunları ile bir haftalık fırçalama sonunda dentin tübüllerinin tıkaamadaki etkinliklerini karşılaştırdıkları SEM çalışmasında, florür içerikli diş macununun çok az tıkama yaptığı ve dentin tübüllerinin çoğunun açık kaldığını tespit etmişlerdir. Teobromin içeren diş macunu kullandıktan sonra ise, tübüllerin tümünün tıkaandığı görülmüştür. Çalışmalarının sonunda elde ettikleri veriler doğrultusunda, hassasiyetin azaltılmasında florürlü diş macununun, teobromin içeren diş macunu kadar etkili olmadığını ve teobrominin, florürden daha üstün ve daha güvenli bir ajan olduğunu vurgulamışlardır¹⁵⁰. Bizim çalışmamızın sonuçları da bu çalışmanın sonuçlarına benzer niteliktedir ve teobromin içerikli diş macunu ile fırçalama sonrasında SEM görüntüleri incelendiğinde tamamen açık dentin tübüllerinin, florür içeren diş macununa kıyasla çok daha az olmakla beraber yine de mevcut olduğu görülmüştür.

Bitkisel içerikli Twin Lotus® diş macunu uyguladığımız örneklerin ortalama tübül tıkama skoru 1.511 ± 0.069 olarak tespit edildi. SEM incelemesinde, fırçalama sonrası çok az oranda açık dentin tübül görüldü (Şekil 8). Tıkanma miktarları karşılaştırıldığında, florür, propolis, kitosan içerikli diş macunlarından daha iyi tıkama sağladığı, teobromin içerikli diş macunu ile istatistiksel olarak benzer tıkama yaptığı ($p > 0.05$), nano-HA içerikli diş macunundan ise istatistiksel olarak daha az tıkama yaptığı tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Twin Lotus® bitkisel diş macununun bileşenlerinin çoğu, mangosten, C. nutans, portakal ağacı, yasemin ve hidroksil gibi doğal bitkilerden elde edilir. Bu bileşenler, dentinal tübüllerden sıvı akışını dentinal tübülleri tıkayarak azaltabilir. Ek olarak, bu doğal bitkiler, hidroksiapatit ile şelatlayabilen, dentinal tübülleri tıkayan kristalli bir çökelti oluşmasına neden olan çeşitli asit türlerinden oluşur¹⁵⁵.

Vajrabhaya ve ark (2016) yılında yaptıkları çalışmada, bitkisel diş macununun (Twin Lotus®), sıvı bir filtrasyon sistemi kullanarak florür içerikli bir diş macunu (Sensodyne Rapid Relief®) ile karşılaştırıldığında dentin geçirgenliğini azaltma yeteneğini değerlendirmiş ve SEM görüntüleri ile tübül tıkama miktarları karşılaştırılmıştır¹². Sensodyne Rapid Relief® ve Twin Lotus® ile fırçalamadan sonraki değerleri istatistiksel olarak benzer bulunmuştur (sırasıyla %58,3 ve %47,7). Sensodyne Rapid Relief® ile fırçalanan gruptan elde edilen sonuçlar, tıkama etkinliğinin, stronsiyum tuzlarının mineralizasyonu yoluyla olduğunu bildiren West ve ark. (2002) tarafından yapılan bir çalışmanın sonuçları ile aynıdır¹⁵⁶. Twin Lotus® ile fırçalanan grupta ise granüler birikime bağlı tübüler tıkama yaptığı bulunmuştur. Twin Lotus® ile fırçalanmış dentin yüzeyinde bulunan granüler çökeltinin parçacık boyutu, Sensodyne Rapid Relief® ile fırçalanmış yüzeyde bulunan çökeltiden daha büyük olduğu rapor edilmiştir. Çalışmanın devamında dentin diskleri 1 dakika boyunca %6 sitrik asit (pH 1.5) çözeltisine daldırılarak tıkama yapan çökeltilerin ne kadar uzaklaştığı incelenmiştir. Dentinal tübülleri tıkayan her iki diş macunundan elde edilen granül ürünlerin bu asitte kısmen çözündüğü tespit edilmiştir. Sensodyne Rapid Relief® ve Twin Lotus® gruplarının değerleri istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. Bu bulgu, bitkisel diş macununun tübül tıkama etkinliğinin, florür içeren ticari ürünle aynı dereceye kadar aside dirençli olduğunu göstermektedir¹². Yaptığımız çalışmanın sonuçları incelendiğinde Sensodyne Rapid Relief® ve Twin Lotus® diş macununun dentin tübüllerinde tıkama yaptığı ancak benzer oranda tıkama yapmadığı görüldü. Bu nedenle çalışmamız Vajrabhaya ve ark (2016)¹² yaptığı çalışma ile örtüşmemektedir. Oluşan farkın fırçalama süresinden kaynakladığını düşünmekteyiz; çalışmamızda bir aylık fırçalama süresi simule edilmişken, Vajrabhaya ve ark (2016)¹² 2 dk'lık bir fırçalama sonrası karşılaştırma yapmışlardır.

Propolis içeren Aagard Propolis® diş macunu uyguladığımız örneklerin ortalama tübül tıkama skoru 2.266 ± 0.058 olarak tespit edilmiştir. SEM incelemesinde, dentin tübüllerinin yüzeyinin nispeten tıkalı olduğu gözlenmiştir, ancak tamamen açık tübül ağzları da tespit edilmiştir (Şekil 10).

Propolis güçlü bir antimikrobiyal, antioksidan ve antienflamatuar ajandır. Propoliste bulunan ana kimyasal elementler flavonoidler, fenolikler ve çeşitli aromatik

bileşiklerdir. Flavonoidler, antioksidan, antibakteriyel, antifungal, antiviral ve antienflamatuar özelliklere sahip iyi bilinen bitki bileşikleridir⁹¹. Farklı bir araştırma, propolisin diş çürüklerini kontrol edebileceğini, oral dokunun iyileşmesini hızlandırabileceğini ve kolaylaştırdığını, büyük yan etkileri olmaksızın pulpa iltihabını azaltabileceğini göstermiştir. Son zamanlarda propolisin dentin tübüllerini kısmen tıkama etkinliği gösterdiği ve dentin hassasiyeti olan hastaların tedavisinde iyi bir seçenek olabileceği bildirilmiştir⁹².

Mahmoud ve ark (1999) propolisin dentin aşırı duyarlılığı olan hastalar üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. 26 hasta 4 haftalık bir süre içinde değerlendirilmiş ve ağrı değerlendirmesi modifiye bir anket ve 0-10 arası sayısal bir ölçek kullanılarak yapılmıştır. Dört hafta sonra sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Çalışma süresince propolisin dentin aşırı duyarlılığı üzerinde önemli bir etkisi olduğu ve deneklerin %85'nin oldukça memnun olduğu bildirilmiştir. Ancak, daha büyük örneklem sayısı ve çift kör klinik çalışma ile daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu sonucuna varılmıştır⁹³.

Almas ve ark (2001) ve Sales-Peres ve ark (2011) tarafından yapılan *in vitro* çalışmalarda propolisin son zamanlarda dentin hassasiyetini azaltmada klinik olarak etkili olduğu kanıtlanmıştır^{10,92}. Bu, dentin yüzeyine yapışabilen ve dentin tübüllerini tıkayabilen kristaller oluşturan, propolisteki yüksek flavonoid içeriği ile dentin içindeki etkileşime atfedilmiştir. Diğer olası faktörün, propoliste kompozit rezin veya vernik gibi dental adeziv malzemelere benzer bir bağlanma mekanizması gösteren doğal rezin maddelerin varlığı olabileceği bildirilmiştir¹⁵⁷. Bizim çalışmamızda propolis içerikli Aagard Propolis® diş macununun dentin tübüllerine florürlü diş macunu grubundan daha iyi tıkama sağladığı görülmektedir. Bu sonuç, propolisin dentin tübüllerinin içindeki derin difüzyonu nedeniyle dayanıklı olmasına bağlanmaktadır.

Sabir ve ark (2005) yaptıkları çalışmada, propolisin, odontoblast benzeri hücre farklılaşması için önemli olduğu bilinen bir büyüme faktörü olan transforme edici büyüme faktörü (TGF) - β 1'in üretimini uyardığını göstermiştir. Dört haftalık takip sonunda pulpa kuafaj materyalinin altında köprü oluşumu tespit edilmiştir¹⁵⁸. Başka bir çalışmada flavonoidlerin, dentin tübül tıkanma sürecine katkıda bulunduğu inanılan onarıcı dentinogenezi uyardığını göstermiştir¹⁵⁹. Dentin tübülü tıkanma

etkinliği, propolis kullanıldığında túbüllerin propolis bileşenleri ile etkileşimi, flavonoidlerin dentin ile etkileşimi sonucunda, dentin túbülünü tıkayan ve sonuç olarak dentin hassasiyetini azaltan kristallerin oluşumuna bağlanmıştır¹⁶⁰. Yaptığımız çalışmanın sonuçları incelendiğinde propolis içerikli diş macununun dentin túbüllerini tıkadığı tespit edildi (Şekil 9). Bu bilgiler ışığında bizde tıkanmanın sebebinin propolisin yapısında bulunan flavonoidlerin dentin ile etkileşimi sonucu olduğunu düşünmekteyiz.

Kitosan içeren Chitodent® diş macunu uyguladığımız örneklerin ortalama túbül tıkama skoru 3.210 ± 0.173 olarak tespit edilmiştir. SEM incelemesinde, dentin túbüllerinin yüzeyinin nispeten tıkalı olduğu gözlenmiş, ancak tamamen açık túbül ağzları da tespit edilmiştir (Şekil 9).

Literatürde kitosan ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, bu materyalin demineralizasyonu engelleme etkinliğinden ziyade antimikrobiyal etkisi üzerine odaklanılmıştır. Bu çalışmalarda genellikle kitosan içeren ürünlerin tükürük ve plaktaki *S. mutans* ve laktobasil sayısı ile dişteki eroziv-abraziv doku kaybı üzerine etkisi değerlendirilmiştir¹⁶¹. Bu yüzden çalışmamızda kullanılan kitosan içeren diş macununun koruyucu etkisinin değerlendirilmesinde bahsedilen bu çalışmalara da atıfta bulunulacaktır.

Flor içermeyen kitosan ürünlerinin stannöz florid ile kıyaslanabilir derecede (yaklaşık %30 oranında) eroziv doku kaybını azattığı ve organik tabakayı koruduğu bildirilmektedir¹⁶². Schlueter ve ark. (2013) flor (1400 ppm), kalay (Sn) ve kitosan (%0,5) içeren diş macunu hazırlamışlardır. Bu diş macununun eroziv ve abrasiv mine kaybı üzerine etkileri sodyum florid içeren (1400 ppm) diş macunu ile kıyaslandığında, kitosanın mine yüzeyine absorbe olduğunu ve koruyucu bir tabaka oluşturduğunu bu sayede eroziv ve eroziv-abraziv doku kaybını iyi bir şekilde önlediğini ve sık sık asidik yiyecek içecek tüketen kişilerin dişlerine iyi bir koruma sağlayacağını bildirmektedirler¹⁶³.

Arnaud ve ark (2010) kitosanın mine demineralizasyonu üzerine kitosanın konsantrasyonunun (2,5 mg/mL ve 5 mg/mL) ve temas süresinin (60s ve 90s) etkisini değerlendirdikleri çalışmanın sonucunda; kitosanın diş minesine asit penetresyonuna karşı bir bariyer olarak hareket ettiğini bu sayede demineralizasyonu inhibe ettiğini

bildirmektedirler. Ayrıca kitosanın konsantrasyon (2,5 mg/mL ve 5,0 mg/mL) ve temas süresindeki (60s ve 90s) farkın demineralizasyonu istatistiksel olarak anlamlı derecede etkilemediğini rapor etmişlerdir¹⁰⁰.

Kitosanın demineralizasyonu, eroziv ve abraziv doku kaybını engellediğine dair çalışmalara dayanarak ve florid içeren diş macunlarının fazla kullanılması sonucu oluşan florozis riski nedeniyle floridsiz diş macunlarının da tübül tıkkama etkinliğini değerlendirmek için; çalışmamıza florid içermeyen kitosanlı diş macunu da dahil edildi. Yaptığımız dentin tübül skorlamasına bakıldığında, florürlü diş macunu grubuna kıyasla, kitosan içeren diş macunu grubunun tübül tıkkamada etkili olduğu görülse de kullanılan diğer diş macunu grupları kadar etkili olmadığı tespit edildi (Tablo 5).

Zang ve ark (2014) kitosan türevlerinden olan fosforile kitosanı amorf kalsiyum fosfat (Pchi-ACP) ile karıştırıp oluşturdukları nano kompleksin remineralize etme etkinliğini değerlendirip, florid ile karşılaştırmak için yaptıkları çalışma Pchi-ACP'ın remineralizasyon oranının floridden önemli derecede daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir¹⁶⁴. Bizim çalışmamızda da kullandığımız kitosan içeren diş macunu Zang ve arkadaşlarının yaptığı bu çalışmada olduğu gibi remineralizasyonu artıracak herhangi bir kalsiyum fosfat bileşiği içermediği için çalışmamızda kullandığımız diğer diş macunları kadar etkili olmadığını düşünmekteyiz.

Son olarak, dentin hassasiyeti tedavisinde kullanılan farklı içerikli diş macunları ile ilgili yaptığımız çalışmada her ne kadar *in vivo* ortam olabildiğince taklit edilmeye çalışılmışsa da; ağız ortamının dinamik ve kompleks özelliklerini tam olarak yansıtması ve klinik performansları hakkında direkt olarak bilgi vermesi beklenilemez. Yaptığımız çalışmaya ek olarak gelecekte, tübül tıkkama etkinliği test edilmekte olan güncel hassasiyet giderici ajanların uzun vadede başarısı ve aside karşı dirençlerinin değerlendirilmesi gibi *in vitro* çalışmalarla da desteklenmesi gerekmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın sınırları dahilinde elde ettiğimiz sonuçlar ve öneriler şu şekilde özetlenebilir:

1. Çalışmada uygulanan bütün hassasiyet giderici diş macunlarının değişen oranlarda da olsa açık dentin tübüllerini tıkamada etkili olduğu görüldü.
2. Nano-HA içerikli diş macununun açık dentin tübüllerini tıkama ve daraltmada en etkin diş macunu olduğu görüldü. Bu grubu sırasıyla bitkisel ve teobromin içerikli diş macunu grupları takip etmektedir.
3. Kitosan içerikli diş macununun, firmanın hassasiyeti giderme vaadi bulunmamasına rağmen dentin tübüllerini tıkadığı ve dentin tübül çaplarını daralttığı ancak, diğer diş macunlarına kıyasla tıkama etkinliğinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir.
4. Tübül tıkama etkinliği bulunan nano-HA, teobromin ve bitkisel içerikli güncel hassasiyet giderici diş macunlarının, stannöz florid içeren diş macunlarına alternatif olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir.
5. Çalışmada kullanılan diş macunlarının tübül tıkama etkinliği tespit edilmiş olsa da; teobromin içerikli diş macunu dışında, tatlarının her hasta tarafından kabul edilebilir düzeyde olmadığını düşünmekteyiz. Bu nedenle tedavide kullanılacak diş macunlarının tatlarının geliştirilmesi gerektiğini düşünmekteyiz.
6. Gelecekte, etken maddesi dentin tübüllerinde tıkanma sağlayan diş macunu içeriklerinin, beraber kullanımı sonucunda etkinliğin nasıl değişeceği yönünde *in vitro* ve *in vivo* çalışmalar yapılması gerekmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. **Kim J won., Park JC.** Dentin hypersensitivity and emerging concepts for treatments. *J Oral Biosci.* **2017**;59(4)211-217.
2. **Van Loveren C., Schmidlin PR., Martens LC., Amaechi BT.** Dentin hypersensitivity management. *Clin Dent Rev.* **2018**;2(6).
3. **Drisko CH.** Dentine hypersensitivity - dental hygiene and periodontal considerations. *Int Dent J.* **2002**;52(5)385-393.
4. **Dababneh RH., Khouri AT., Addy M.** Dentine hypersensitivity - An enigma? A review of terminology, epidemiology, mechanisms, aetiology and management. *Br Dent J.* **1999**;187(11):606-11.
5. **Bartold PM.** Dentine hypersensitivity: A review. *Aust Dent J.* **2006**;51(3)212-218.
6. **Gernhardt CR.** How valid and applicable are current diagnostic criteria and assessment methods for dentin hypersensitivity? An overview. *Clin Oral Investig.* **2013**;17(1)31-40.
7. **Barcellos DC., Borges AB., Torres CRG., Borges ALS., Marsilio AL., Carvalho CAT.** Dentin Hypersensitivity—Etiology, Treatment Possibilities and Other Related Factors: A Literature Review. *World J Dent.* **2012**;3(1)60-67.
8. **Mahale S, Badade P, Panjwani A VP.** Dentine tubule occlusion by desensitizing dentifrices: SEM study. *IOSR J Dent Med Sci.* **2015**;14(21):4.
9. **Gjorgievska ES., Nicholson JW., Slipper IJ., Stevanovic MM.** Remineralization of demineralized enamel by toothpastes: A scanning electron microscopy, energy dispersive X-ray analysis, and three-dimensional stereo-micrographic study. *Microsc Microanal.* **2013**;19(3):587-95.
10. **Almas K., Mahmoud A., Dahlan A.** A comparative study of propolis and saline application on human dentin. A SEM study. *Indian J Dent Res.* **2001**;12(1):21-7.
11. **Amaechi BT., Van Loveren C.** Fluorides and non-fluoride remineralization systems. *Monogr Oral Sci.* **2013**; 23:15-26.
12. **Vajrabhaya LO., Korsuwanawong S., Harnirattisai C., Teinchai C.** Changes in the permeability and morphology of dentine surfaces after brushing with a Thai herbal toothpaste: A preliminary study. *Eur J Dent.* **2016**;10(2):239-244.
13. **Ulu Güzel K. , Kirzioğlu Zuhal,** Dentine geçirgenliği ve dentin geçirgenliğini etkileyen faktörler: derleme. Atatürk Üniversitesi Diş Hekim Fakültesi Derg. **2012**;6(1)60-65.
14. **Shiau HJ.** Dentin hypersensitivity. *J Evid Based Dent Pract.* **2012**;12(3)220-8.
15. **Garberoglio R., Brännström M.** Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Arch Oral Biol.* **1976**; 21(6):355-62.
16. **Roberson TM., Heymann HO., Swift JE.** Sturdevant's Art&Science of Operative Dentistry. 6thEd, Mosby Publishing; **2014**.
17. **Love RM.** Invasion of dentinal tubules by root canal bacteria. *Endod Top.* **2004**;9(1)52-65.
18. **Ahlquist M., Franzén O., Coffey J., Pashley D.** Dental pain evoked by hydrostatic pressures applied to exposed dentin in man: A test of the hydrodynamic theory of dentin sensitivity. *J Endod.* **1994**; 20(3):130-4.
19. **Mjör IA.** Dentin permeability: The basis for understanding pulp reactions and adhesive technology. *Braz Dent J.* **2009**; 20(1): 3-16.
20. **Pashley DH.** How can sensitive dentine become hypersensitive and can it be reversed? *J Dent.* **2013**;41(4)49-55.

21. **Absi EG., Addy M., Adams D.** Dentine hypersensitivity: A study of the patency of dentinal tubules in sensitive and non-sensitive cervical dentine. *J Clin Periodontol.* **1987**; 14(5):280-4.
22. **Pashley DH.** Mechanisms of dentin sensitivity. *Dent Clin North Am.* **1990**; 34(3):449-73.
23. **Addy M., Smith SR.** Dentin hypersensitivity: An overview on which to base tubule occlusion as a management concept. *J Clin Dent.* **2010**; 21(2):25-30.
24. **Canadian Advisory Board on Dentin Hypersensitivity,** Consensus-based recommendations for the diagnosis and management of dentin hypersensitivity. *Journal Canadian Dental Association.,* **2003**; 69(4):221-6.
25. **Mantzourani M., Sharma D.** Dentine sensitivity: Past, present and future. *J Dent.* **2013**;41(4):3-17.
26. **West NX., Lussi A., Seong J., Hellwig E.** Dentin hypersensitivity: Pain mechanisms and aetiology of exposed cervical dentin. *Clin Oral Investig.* **2013**;17(1):9-19.
27. **Barbour ME., Rees GD.** The role of erosion, abrasion and attrition in tooth wear. *J Clin Dent.* **2006**; 17(4):88-93.
28. **West NX., Hooper SM., O'Sullivan D., Hughes N., North M., MacDonald EL., et al.** In situ randomised trial investigating abrasive effects of two desensitising toothpastes on dentine with acidic challenge prior to brushing. *J Dent.* **2012**; 40(1):77-85.
29. **Miglani S., Aggarwal V., Ahuja B.** Dentin hypersensitivity: Recent trends in management. *J Conserv Dent.* **2010**;13(4):218-224.
30. **Davari A, Ataei E, Assarzadeh H.** Dentin hypersensitivity: etiology, diagnosis and treatment; a literature review. *J Dent (Shiraz).* **2013**;14(3):136-145.
31. **Rees JS., Jin LJ., Lam S., Kudanowska I., Vowles R.** The prevalence of dentine hypersensitivity in a hospital clinic population in Hong Kong. *J Dent.* **2003**; 31(7):453-6.
32. **Gilliam D OR.** Advances in the treatment of root dentine sensitivity: mechanisms and treatment principles. *Endodontic Topics.* **2006**; 13(1):13-33.
33. **Trowbridge HO., Silver DR.** A review of current approaches to in-office management of tooth hypersensitivity. *Dent Clin North Am.* **1990** 34(3):561-81.
34. **Irvine JH.** Root surface sensitivity: a review of aetiology and management. *J N Z Soc Periodontol.* **1988**;44(4):113-6.
35. **Frank RM.** Attachment sites between the odontoblast process and the intradentinal nerve fibre. *Arch Oral Biol.* **1968**;13(7):833-834.
36. **Pashley DH.** Dynamics of the pulpo-dentin complex. *Crit Rev Oral Biol Med.* **1996**;7(2).
37. **Matthews B., Vongsavan N.** Interactions between neural and hydrodynamic mechanisms in dentine and pulp. *Arch Oral Biol.* **1994**;34(5):87-95.
38. **Bamise CT., Esan TA.** Mechanisms and treatment approaches of dentine hypersensitivity: a literature review. *Oral Health Prev Dent.* **2011**;9(4):353-67.
39. **Porto ICCM., Andrade AKM., Montes MAJR.** Diagnosis and treatment of dentinal hypersensitivity. *J Oral Sci.* **2009**; 51(3):323-32.
40. **Mumford JM., Newton A V.** Transduction of Hydrostatic Pressure to Electric Potential in Human Dentin. *J Dent Res.* **1969**;48(2):226-229.
41. **Splieth CH., Tachou A.** Epidemiology of dentin hypersensitivity. *Clin Oral Investig.* **2013**;17(1):3-8.
42. **Chabanski Mb., Gillam Dg.** Aetiology, prevalence and clinical features of cervical dentine sensitivity. *J Oral Rehabil.* **2008**; 16(8):1107-16.

43. **Macgregor IDM., Rugg-Gunn AJ.** A survey of toothbrushing sequence in children and young adults. *J Periodontal Res.* **1979**;56(14)225-230.
44. **Dowell P., Addy M., Dummer P.** Dentine hypersensitivity: Aetiology, differential diagnosis and management. *Br Dent J.* **1985**;59(13)92-96.
45. **Haywood VB.** Dentine hypersensitivity: Bleaching and restorative considerations for successful management. *Int Dent J.* **2002**;52(5)376-384.
46. **West NX., Seong J., Davies M.** Management of dentine hypersensitivity: Efficacy of professionally and self-administered agents. *J Clin Periodontol.* **2015**;42(16)256-302.
47. **Clark GE., Troullos ES.** Designing hypersensitivity clinical studies. *Dent Clin North Am.* **1990**; 34(3):531-44.
48. **Hodosh M.** A superior desensitizer--potassium nitrate. *J Am Dent Assoc.* **1974**; 88(4):831-2.
49. **Orchardson R., Gillam DG.** The Efficacy of Potassium Salts as Agents for Treating Dentin Hypersensitivity. *J Orofac Pain.* **2000**; 14(1):9-19.
50. **Greenhill JD., Pashley DH.** The Effects of Desensitizing Agents on the Hydraulic Conductance of Human Dentin in vitro. *J Dent Res.* **1981**;60(3)686-698.
51. **Wanachantararak S., Vongsavan N., Matthews B.** Electrophysiological observations on the effects of potassium ions on the response of intradental nerves to dentinal tubular flow in the cat. *Arch Oral Biol.* **2011**; 56(3):294-305.
52. **Pillon FL., Romani IG., Schmidt ÉR.** Effect of a 3% Potassium Oxalate Topical Application on Dentinal Hypersensitivity After Subgingival Scaling and Root Planing. *J Periodontol.* **2004**; 75(11):1461-1464.
53. **Mjör IA.** Histologic studies of human coronal dentine following the insertion of various materials in experimentally prepared cavities. *Arch Oral Biol.* **1967**; 12(4):441-45.
54. **Krauser JT.** Hypersensitive teeth. Part II: Treatment. *J Prosthet Dent.* **1986**;56(3)307-311.
55. **Petersson LG.** The role of fluoride in the preventive management of dentin hypersensitivity and root caries. *Clin Oral Investig.* **2013**;28(17)63-71.
56. **Maas JRS., Junior IMF., Lodi CS., Delbem ACB.** Differences in loosely bound fluoride formation and anticaries effect of resin-based fluoride varnishes. *Int J Paediatr Dent.* **2013**;23(3):166-72.
57. **Calabria M., Porfirio R., Fernandes S., Wang L., Buzalaf M., Pereira J., et al.** Comparative in vitro effect of TiF₄ to NaF and potassium oxalate on reduction of dentin hydraulic conductance. *Oper Dent.* **2014**; 39(4):427-32.
58. **Markowitz K.** A new treatment alternative for sensitive teeth: A desensitizing oral rinse. *J Dent.* **2013**;41(1)1-11.
59. **Schmidlin PR., Sahrman P.** Current management of dentin hypersensitivity. *Clin Oral Investig.* **2013**;17(3)55-59.
60. **Geiger S., Matalon S., Blasbalg J., Tung MS., Eichmiller FC.** The clinical effect of amorphous calcium phosphate (ACP) on root surface hypersensitivity. *Oper Dent.* **2003**;28(5):496-500.
61. **Cross KJ., Huq NL., Palamara JE., Perich JW., Reynolds EC.** Physicochemical characterisation of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate nanocomplexes. *J Biol Chem.* **2005**. 280(15):15362-9.
62. **Dolci G., Mongiorgi R., Prati C., Valdrè G.** Calcium phosphates produced by physical methods in the treatment of dentin hypersensitivity. *Minerva Stomatol.* **1999**; 48(10):463-76.
63. **Tung MS., Bowen HJ., Derkson GD., Pashley DH.** Effects of calcium phosphate solutions on

dentin permeability. *J Endod.* **1993**; 19(8):383-7.

64. **Combes C., Rey C.** Amorphous calcium phosphates: Synthesis, properties and uses in biomaterials. *Acta Biomater.* **2010**;6(9):3362-78.
65. **Yates R., Owens J., Jackson R., Newcombe RG., Addy M.** A split-mouth placebo-controlled study to determine the effect of amorphous calcium phosphate in the treatment of dentine hypersensitivity. *J Clin Periodontol.* **1998**; 25(8):687-92.
66. **Miller S., Truong T., Heu R., Stranick M., Bouchard D., Gaffar A.** Recent advances in stannous fluoride technology: antibacterial efficacy and mechanism of action towards hypersensitivity. *Int Dent J.* **1994**;44(1)83-98.
67. **Olley RC., Pilecki P., Hughes N., Jeffery P., Austin RS., Moazzez R., et al.** An in situ study investigating dentine tubule occlusion of dentifrices following acid challenge. *J Dent.* **2012**; 40(7):585-93.
68. **Sowinski J., Ayad F., Petrone M., DeVizio W., Volpe A., Ellwood R., et al.** Comparative investigations of the desensitising efficacy of a new dentifrice. *J Clin Periodontol.* **2001**; 28(11):1032-6.
69. **Pérez M de la C., Mayelin Guerra R., Fernández M., Márquez D., Velazco G., Rodríguez J., et al.** Effectiveness and safety of tisuacryl in treating dentin hypersensitivity (DH). *MEDICC Rev.* **2010**; 12(1):24-8.
70. **Hamlin D., Mateo LR., Dibart S., Delgado E., Zhang YP., Devizio W.** Comparative efficacy of two treatment regimens combining in-office and at-home programs for dentin hypersensitivity relief: A 24-week clinical study. *Am J Dent.* **2012**; 25(3):146-52.
71. **Cummins D.** Recent advances in dentin hypersensitivity: Clinically proven treatments for instant and lasting sensitivity relief. *Am J Dent.* **2010**; 64(6):13–14.
72. **Schiff T., Mateo LR., Delgado E., Cummins D., Zhang YP., Devizio W.** Clinical efficacy in reducing dentin hypersensitivity of a dentifrice containing 8.0% arginine, calcium carbonate, and 1450 ppm fluoride compared to a dentifrice containing 8% strontium acetate and 1040 ppm fluoride under consumer usage conditions before . *J Clin Dent.* **2011**; 22(4):128-38.
73. **Kapferer I., Pflug C., Kisielewsky I., Giesinger J., Beier US., Dumfahrt H.** Instant dentin hypersensitivity relief of a single topical application of an in-office desensitizing paste containing 8% arginine and calcium carbonate: A split-mouth, randomized-controlled study. *Acta Odontol Scand.* **2013**; 71(3-4):994-9.
74. **Sharif MO., Iram S., Brunton PA.** Effectiveness of arginine-containing toothpastes in treating dentine hypersensitivity: A systematic review. *J Dent.* **2013**; 41(6):483-92.
75. **Dall'Orologio GD., Lone A., Finger WJ.** Clinical evaluation of the role of glutardialdehyde in a one-bottle adhesive. *Am J Dent.* **2002**;15(5):330-4.
76. **Kakaboura A., Rahiotis C., Thomaidis S., Doukoudakis S.** Clinical effectiveness of two agents on the treatment of tooth cervical hypersensitivity. *Am J Dent.* **2005**;18(4):291-5.
77. **Ishihata H., Finger WJ., Kanehira M., Shimauchi H., Komatsu M.** In vitro dentin permeability after application of gluma® desensitizer as aqueous solution or aqueous fumed silica dispersion. *J Appl Oral Sci.* **2011**; 19(2):147-53.
78. **Berman LH.** Dentinal Sensation and Hypersensitivity: A Review of Mechanisms and Treatment Alternatives. *J Periodontol.* **1985**; 56(4):216-222.
79. **Orchardson R., Gillam DG.** Managing dentin hypersensitivity. *J Am Dent Assoc.* **2006**;37(7)990-998.
80. **Pamir T., Dalgat H., Onal B.** Clinical evaluation of three desensitizing agents in relieving dentin hypersensitivity. *Oper Dent.* **2007**;32(6)544-548.
81. **Holland GR.** Guidelines for the design and conduct of clinical trials on dentine

- hypersensitivity. *J Clin Periodontol.* **1997**; 24(11):808-13.
82. **Yu X., Liang B., Jin X., Fu B., Hannig M.** Comparative in vivo study on the desensitizing efficacy of dentin desensitizers and one-bottle self-etching adhesives. *Oper Dent.* **2010**; 35(3):279-86.
 83. **Salvatore S., Timothy F., Ian T.** Dentine desensitization induced by prophylactic and air-polishing procedures: An in vitro dentine permeability and confocal microscopy study. *J Dent.* **2010**; 38(5):411-422.
 84. **Veitz-Keenan A., Barna JA., Stroller B., Matthews AG., Collie D., Vena D., et al.** Treatments for hypersensitive noncarious cervical lesions: A Practitioners Engaged in Applied Research and Learning (PEARL) Network randomized clinical effectiveness study. *J Am Dent Assoc.* **2013**; 144(5):495-506.
 85. **Gordan V V., Blaser PK., Watson RE., Mjör IA., McEdward DL., Sensi LG., et al.** A clinical evaluation of a giomer restorative system containing surface prereacted glass ionomer filler: Results from a 13-year recall examination. *J Am Dent Assoc.* **2014**;145(10):1036-43.
 86. **Clark D., Levin L.** Non-surgical management of tooth hypersensitivity. *Int Dent J.* **2016**;66(5):249-56.
 87. **De Azevedo CL., Marques MM., Bombana AC.** Cytotoxic effects of cyanoacrylates used as retrograde filling materials: an in vitro analysis. *Pesqui Odontol Bras.* **2003**; 17(2):113-8.
 88. **Javid B., Barkhordar RA., Bhinda S V.** Cyanoacrylate--a new treatment for hypersensitive dentin and cementum. *J Am Dent Assoc.* **1987**; 114(4):486-8.
 89. **Lopes-Silva AMS., Lage-Marques JL.** Evaluation of the permeability of the furcation area of deciduous molars conditioned with Er:YAG laser and cyanoacrylate. *Pesqui Odontol Bras.* **2003**; 17(3):212-6.
 90. **Tosun S., Özsevik S.** Dentin Hassasiyetinin Tanısı, Etyolojisi Ve Güncel Tedavi Yaklaşımları: Derleme. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekim Fakültesi Derg.* **2016**;25(13)0-0.
 91. **Gopikrishna V., Baweja PS., Venkateshbabu N., Thomas T., Kandaswamy D.** Comparison of Coconut Water, Propolis, HBSS, and Milk on PDL Cell Survival. *J Endod.* **2008**;34(5):587-9.
 92. **Sales-Peres SH de C., de Carvalho FN., Marsicano JA., Mattos MC., Pereira JC., Forim MR., et al.** Effect of propolis gel on the in vitro reduction of dentin permeability. *J Appl Oral Sci.* **2011**; 19(4):318-23.
 93. **Mahmoud AS., Almas K., Dahlan AA.** The effect of propolis on dentinal hypersensitivity and level of satisfaction among patients from a university hospital Riyadh, Saudi Arabia. *Indian J Dent Res.* **1999**; 10(4):130-7.
 94. **Parolia A., Thomas MS., Kundabala M., Mohan M.** Propolis and its potential uses in oral health. *Int J Med Med Sci.* **2010**;Vol 2(7) 210-215.
 95. **Cicciù, Marco, Luca Fiorillo GC.** Chitosan Use in Dentistry: A Systematic Review of Recent Clinical Studies. *Mar Drugs.* **2019**;17(417).
 96. **Shibasaki K., Sano H., Matsukubo T., Takaesu Y.** Effects of low molecular chitosan on pH changes in human dental plaque. *Bull Tokyo Dent Coll.* **1994**; 35(1):33-9.
 97. **Bae K., Jun EJ., Lee SM., Paik DI., Kim JB.** Effect of water-soluble reduced chitosan on *Streptococcus mutans*, plaque regrowth and biofilm vitality. *Clin Oral Investig.* **2006**;10(2):102-107.
 98. **Hayashi Y., Ohara N., Ganno T., Ishizaki H., Yanagiguchi K.** Chitosan-containing gum chewing accelerates antibacterial effect with an increase in salivary secretion. *J Dent.* **2007**;35(11):871-874.
 99. **De Carvalho, M.M.S.G., Stamford, T., Pereira, E., Dos Santos, P. and Sampaio F.** Chitosan

as an oral antimicrobial agent. **2011**;1(13).

100. **Arnaud TMS., De Barros Neto B., Diniz FB.** Chitosan effect on dental enamel de-mineralization: An in vitro evaluation. *J Dent.* **2010**;38(11):848-52.
101. **Itthagarun A, King N M CYM.** The effect of nano -hydroxyapatite toothpaste on artificial enamel carious lesion progression: an in-vitro pH- cycling study. *Hong Kong Dent J.* **2010**;7(61):6.
102. **Al-Sabbagh M., Brown A., Thomas M V.** In-Office Treatment of Dentinal Hypersensitivity. *Dent Clin North Am.* **2009**; 53(1):47-60.
103. **Tschoppe P., Zandim DL., Martus P., Kielbassa AM.** Enamel and dentine remineralization by nano-hydroxyapatite toothpastes. *J Dent.* **2011**; 39(6):430-7.
104. **Nongonierma AB., Fitzgerald RJ.** Biofunctional properties of caseinophosphopeptides in the Oral Cavity. *Caries Res.* **2012**;46(3):234-67.
105. **Wang L., Magalhães AC., Francisconi-Dos-Rios LF., Calabria MP., Araújo DFG., Buzalaf MAR., et al.** Treatment of dentin hypersensitivity using nano-hydroxyapatite pastes: A randomized three-month clinical trial. *Oper Dent.* **2016**; 41(4):93-101.
106. **Hoppe A., Güldal NS., Boccaccini AR.** A review of the biological response to ionic dissolution products from bioactive glasses and glass-ceramics. *Biomaterials.* **2011**;32(11):2757-74.
107. **Erol-Taygun M., Zheng K., Boccaccini AR.** Nanoscale Bioactive Glasses in Medical Applications. *Int J Appl Glas Sci.* **2013**;4(2)136-138.
108. **Lee BS., Kang SH., Wang YL., Lin FH., Lin CP.** In Vitro study of dentinal tubule occlusion with sol-gel DP-bioglass for treatment of dentin hypersensitivity. *Dent Mater J.* **2007**;26(1):52-61.
109. **Burwell AK., Litkowski LJ., Greenspan DC.** Calcium sodium phosphosilicate (NovaMin): remineralization potential. *Adv Dent Res.* **2009**; 21(1):35-9.
110. **Lynch E., Brauer DS., Karpukhina N., Gillam DG., Hill RG.** Multi-component bioactive glasses of varying fluoride content for treating dentin hypersensitivity. *Dent Mater.* **2012**; 28(2):168-78.
111. **Shetty PR., Setty SB., Kamat SS., Aldarti AS., Shetty SN.** Comparison of the Antigingivitis and Antiplaque Efficacy of the Herboral (Herbal Extract) Mouthwash With Chlorhexidine and Listerine Mouthwashes : a Clinical Study. *Pakistan Oral Dent J Vol.* **2013**;33(1).
112. **Sauro S., Gandolfi MG., Prati C., Mongiorgi R.** Oxalate-containing phytocomplexes as dentine desensitisers: An in vitro study. *Arch Oral Biol.* **2006**; 51(8):655-664.
113. **Rao A., Swarup Js.** Enamel surface remineralization: Using synthetic nanohydroxyapatite. *Contemp Clin Dent.* **2012**; 3(4):433-6.
114. **Kumar VLN., Itthagarun A., King NM.** The effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on remineralization of artificial caries-like lesions: An in vitro study. *Aust Dent J.* **2008**; 53(1):34-40.
115. **Suge T., Ishikawa K., Kawasaki A., Suzuki K., Matsuo T., Noiri Y., et al.** Calcium phosphate precipitation method for the treatment of dentin hypersensitivity. *Am J Dent.* **2002**; 15(4):220-6.
116. **Kakar A., Kakar K., Sreenivasan PK., Devizio W., Kohli R.** Comparison of the clinical efficacy of a new dentifrice containing 8.0% arginine, calcium carbonate, and 1000 ppm fluoride to a commercially available sensitive toothpaste containing 2% potassium ion on dentin hypersensitivity: A randomized clinical trial. *J Clin Dent.* **2012**;23(2):40-7.
117. **Amaechi BT., Porteous N., Ramalingam K., Mensinkai PK., Ccahuana Vasquez RA., Sadeghpour A., et al.** Remineralization of artificial enamel lesions by theobromine. *Caries Res.* **2013**; 47(5):399-405.

118. **Bennett T., Sapna M., K. Mensinkai**, Effect of theobromine containing toothpaste on dentin tubule occlusion in situ. *Clin Oral Inves* **2016**;19(1).
119. **Garcia FCP., Wang L., D'Alpino PHP., Souza JB de., Araújo PA de., Mondelli RF de L.** Evaluation of the roughness and mass loss of the flowable composites after simulated toothbrushing abrasion. *Pesqui Odontol Bras.* **2004**;18(2):156-61.
120. **Lai G., Zhao L., Wang J., Kunzelmann KH.** Surface properties and color stability of dental flowable composites influenced by simulated toothbrushing. *Dent Mater J.* **2018**;37(5):717-724.
121. **Rodrigues E., Delbem ACB., Pedrini D., Cavassan L.** Enamel remineralization by fluoride-releasing materials: Proposal of a pH-cycling model. *Braz Dent J.* **2010**; 21(5): 446-451.
122. **Tang G., Yip HK., Cutress TW., Samaranayake LP.** Artificial mouth model systems and their contribution to caries research: A review. *J Dent.* **2003**; 31(3):161-71.
123. **Cheng X., Xu P., Zhou X., Deng M., Cheng L., Li M., et al.** Arginine promotes fluoride uptake into artificial carious lesions in vitro. *Aust Dent J.* **2015**; 60(1):104-11.
124. **Sullivan R., Rege A., Corby P., Klaczany G., Allen K., Hershkowitz D., et al.** Evaluation of a dentifrice containing 8% arginine, calcium carbonate, and sodium monofluorophosphate to repair acid-softened enamel using an intra-oral remineralization model. *J Clin Dent.* **2014**;25(1)7-13.
125. **Lippert F., Juthani K.** Fluoride dose-response of human and bovine enamel artificial caries lesions under pH-cycling conditions. *Clin Oral Investig.* **2015**; 9(8):1947-54.
126. **Titley KC., Chernecky R., Rossouw PE., Kulkarni G V.** The effect of various storage methods and media on shear-bond strengths of dental composite resin to bovine dentine. *Arch Oral Biol.* **1998**;43(4):305-11.
127. **Pradelle-Plasse N., Wenger F., Colon P.** Effect of conditioners on dentin permeability using an impedance method. *J Dent.* **2002**;30(5-6):251-257.
128. **Perdigão J.** Dentin bonding-Variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater.* **2010**;26(2)24-37.
129. **Thanatvarakorn O., Nakashima S., Sadr A., Prasansuttiporn T., Ikeda M., Tagami J.** In vitro evaluation of dentinal hydraulic conductance and tubule sealing by a novel calcium-phosphate desensitizer. *J Biomed Mater Res - Part B Appl Biomater.* **2013**; 101(2):303-9.
130. **Harris, N. O. and Garcia-Godoy F.** Primary preventive dentistry. 6th.Ed, New Jersey: Pearson Education **2010**.
131. ISO/TR 14569-1:2007. Dental Materials – Guidance on testing of wear resistance. Part 1. Wear by toothbrushing. 2007.
132. **Arnold WH., Prange M., Naumova EA.** Effectiveness of various toothpastes on dentine tubule occlusion. *J Dent.* **2015**; 43(4):440-9.
133. **Da Costa J., Adams-Belusko A., Riley K., Ferracane JL.** The effect of various dentifrices on surface roughness and gloss of resin composites. *Journal of Dentistry.* **2010**;38(2)123-8.
134. **Chen CL., Parolia A., Pau A.,**Comparative evaluation of the effectiveness of desensitizing agents in dentine tubule occlusion using scanning electron microscopy. *Aust Dent J.* **2015**;60(1):65-72.
135. **Mushtaq S., Gupta R., Dahiya P., Kumar M., Bansal V., Melwani S.** Evaluation of different desensitizing agents on dentinal tubule occlusion: A scanning electron microscope study. *Indian J Dent Sci.* **2019**;11(3)121-4.
136. **Wang Z., Sa Y., Sauro S., Chen H., Xing W., Ma X., et al.** Effect of desensitising toothpastes on dentinal tubule occlusion: A dentine permeability measurement and SEM in vitro study. *J*

Dent. **2010**. 38(5):400-410.

137. **Addy M., West NX.** The role of toothpaste in the aetiology and treatment of dentine hypersensitivity. *Monogr Oral Sci.* **2013**;23:75-87.
138. **He T, Barker ML, Biesbrock AR, Miner M, Qaqish J SN.** A clinical study to assess the effect of a stabilized stannous fluoride dentifrice on hypersensitivity relative to a marketed sodium fluoride/triclosan control. *J Clin Dent.* **2014**;25(2):13-8.
139. **Ohta K., Kawamata H., Ishizaki T., Hayman R.** Occlusion of Dentinal Tubules by Nano-Hydroxyapatite. *J Dent Res.* **2007**.19(3)239-244.
140. **Najibfard K., Chedjieu I., Ramalingam K., Amaechi BT.** Remineralization of early caries by a nano-hydroxyapatite dentifrice. *J Clin Dent.* **2011**;22(5):139-43.
141. **De Melo Alencar C., Paula BLF., Guanipa Ortiz MI., Baraúna Magno M., Martins Silva C., Cople Maia L.** Clinical efficacy of nano-hydroxyapatite in dentin hypersensitivity: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* **2019**; 82:11-21.
142. **Kulal R., Jayanti I., Sambashivaiah S., Bilchodmath S.** An in-vitro comparison of nano hydroxyapatite, novamin and proargin desensitizing toothpastes -A SEM study. *J Clin Diagnostic Res.* **2016**. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/18991.8649>.
143. **Farooq I., Moheet IA., Alshwaimi E.** In vitro dentin tubule occlusion and remineralization competence of various toothpastes. *Arch Oral Biol.* **2015**; 60(9):1246-53.
144. **Yuan P., Shen X., Liu J., Hou Y., Zhu M., Huang J., et al.** Effects of Dentifrice Containing Hydroxyapatite on Dentinal Tubule Occlusion and Aqueous Hexavalent Chromium Cations Sorption: A Preliminary Study. *PLoS One.* **2012**; 7(12):e45283
145. **Hornby K., Evans M., Long M., Joiner A., Laucello M., Salvaderi A.** Enamel benefits of a new hydroxyapatite containing fluoride toothpaste. *Int Dent J.* **2009**;59(6S1)325-331.
146. **Huang S., Gao S., Cheng L., Yu H.** Remineralization potential of nano-hydroxyapatite on initial enamel lesions: An in vitro study. *Caries Res.* **2011**;45(5):460-8.
147. **Lata S., Varghese N., Varughese J.** Remineralization potential of fluoride and amorphous calcium phosphate-casein phospho peptide on enamel lesions: An in vitro comparative evaluation . *J Conserv Dent.* **2010**.13(1):42-6.
148. **De Carvalho FG., Vieira BR., Santos RLD o., Carlo HL eme., Lopes PQ ueiro., de Lima BA et all** In vitro effects of nano-hydroxyapatite paste on initial enamel carious lesions. *Pediatr Dent.* **2014** May-Jun;36(3):85-9.
149. **Jeong SH, Jang SO, Kim KN, Kwon HK, Park YD, Kim BI.** Remineralization potential of new toothpaste containing nano-hydroxyapatite. *Key Engineering Materials.* **2006**;(6);309-311.
150. **Nakamoto T., Falster AU., Simmons WB.** Theobromine: A Safe and Effective Alternative for Fluoride in Dentifrices. *J Caffeine Res.* **2016**;6(1).
151. **Kargul B., Özcan M., Peker S., Nakamoto T., Simmons WB., Falster AU.** Evaluation of human enamel surfaces treated with theobromine: a pilot study. *Oral Health Prev Dent.* **2012**; 10(3):275-82.
152. **Sadeghpour A NT.** Methods and Compositions to Improve Mechanical Resistance of Teeth. : PCT/US2011/024734; **2011**.
153. **Amaechi BT., Mathews SM., Mensinkai PK.** Effect of theobromine-containing toothpaste on dentin tubule occlusion in situ. *Clin Oral Investig.* **2014**.19(1):109-16.
154. **Taneja V, Nekkanti S, Gupta K, Hassija J.** Remineralization Potential of Theobromine on Artificial Carious Lesions. *J Int Soc Prev Community Dent.* **2019**;9(6):576-583.
155. **Farnsworth NR BN.** Thai Medicine Plants, Recommended for Primary Health Care System. Mahidol Univ Med Plants Inf Cent. **1992**.89(9):1466-71.

156. **West NX., Hughes JA., Addy M.** Dentine hypersensitivity: The effects of brushing toothpaste on etched and unetched dentine in vitro. *J Oral Rehabil.* **2002**;29(2):167-174.
157. **Arjun Torwane N., Hongal S., Goel P., Chandrashekhar BR., Jain M., Saxena E., et al.** Effect of two desensitizing agents in reducing dentin hypersensitivity: An in-vivo comparative clinical trial. *J Clin Diagnostic Res.* **2013**;7(9):2042-6.
158. **Sabir A., Tabbu CR., Agustiono P., Sosroseno W.** Histological analysis of rat dental pulp tissue capped with propolis. *J Oral Sci.* **2005**;47(3):135-8.
159. **Parolia A., Kundabala M., Rao NN., Acharya SR., Agrawal P., Mohan M., et al.** A comparative histological analysis of human pulp following direct pulp capping with Propolis, mineral trioxide aggregate and Dycal. *Aust Dent J.* **2010**. 55(1):59-64.
160. **Hongal S., Torwane NA., Goel P., Chandrashekar B.** The effect of 30% ethanolic extract of Indian propolis on replica of human dentin compared against commercially available desensitizing agent: A methodological SEM study in vitro. *Pharmacognosy Res.* **2014**;7(9):2042-2046.
161. **Cicciù M., Fiorillo L., Cervino G.** Chitosan use in dentistry: A systematic review of recent clinical studies. *Mar Drugs.* **2019**;17(7):417.
162. **Ganss, C., Lussi, A., Grunau, O., Klimek, J. and Schlueter N.** Conventional and Anti-Erosion Fluoride Toothpastes: Effect on Enamel Erosion and ErosionAbrasion. *Caries Res.* **2011**;45(6):581-9.
163. **Schlueter, N., Klimek, J. and Ganss C.** Randomised in situ Study on the Efficacy of a Tin/Chitosan Toothpaste on Erosive-Abrasive Enamel Loss. **2013**;47(6):574-81.
164. **Zhang X., Li Y., Sun X., Kishen A., Deng X., Yang X., et al.** Biomimetic remineralization of demineralized enamel with nano-complexes of phosphorylated chitosan and amorphous calcium phosphate. *J Mater Sci Mater Med.* **2014**;25(12):2619-28.

8.EKLER

EK 1: Bilgilendirilmiş gönüllü olur formu

HASTA BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU ÖRNEĞİ

ARAŞTIRMANIN ADI (ÇALIŞMANIN AÇIK ADI): Farklı İçeriğe Sahip Hassasiyet Giderici Diş Macunlarının Tübül/Tıkama Etkinliğinin Değerlendirilmesi

Bir araştırmaya çalışmasına katılmanız istenmektedir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını bilgilerinizin nasıl kullanılacağını çalışmanın neleri içerdiğini ve olası yararlarını risklerini ve rahatsızlık verebilecek konuları anlamamız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız ve eğer istiyorsanız özel veya aile doktorunuzla konuyu değerlendiriniz.

Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Eğer çalışmaya katılmaya karar vererseniz imzalamanız için size bu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu verilecektir. Katılmaya karar vererseniz, çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Bu durum sizin aldığınız tedavinin standardını etkilemeyecektir. Eğer isterseniz, bu klinik çalışmaya katılmanızla ilgili olarak hekiminiz / aile doktorunuz bilgilendirilecektir. Ayrıca destekleyici firma çalışmayı sonlandırmaya karar verirse bu durumda da çalışmadan çıkartılacaksınız.

ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI NEDİR?

Bu katıldığımız çalışma bilimsel bir araştırma olup, araştırmanın adı "Farklı İçeriğe Sahip Hassasiyet Giderici Diş Macunlarının Tübül Tıkama Etkinliğinin Değerlendirilmesi" dir. Hastaları ortodontik ve/veya periodontal nedenlerle çekilmiş, diş çürüğü, restorasyon veya endodontik tedavisi, kron kırığı, atrizyon, abrazyon, erozyon, ektimal rezorbsiyon ve gelişimsel anomalisi bulunmayan 3. molar dişler seçilecektir. Bu tez çalışmasında dentin tübül tıkama etkinliği açısından az sayıda çalışma bulunan ve birbirleri ile etkinlikleri karşılaştırılmamış propolis, kitosan, nanohidroksiapatit, theobromin ve bitkisel içerikli diş macunlarının, hem birbirleri ile hem de tübül tıkama etkinliği kanıtlanmış stannöz florid içerikli diş macunu ile karşılaştırılması ve nicel olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

BENİM NE YAPMAM GEREKİYOR?

Diş çekimi sonrasında yapılması gerekenler doktorunuz tarafından detaylı anlatılacaktır. Çalışma için ikinci bir randevuya gerek yoktur.

ÇALIŞMAYA KATILMANIN OLASI YARARLARI NELERDİR? (Varsa açıklayınız)

Kök kanal tedavisinde kullanılan aletlerinin tedavinin başarısını etkilediği belirlenmektedir. Sonuç olarak ortaya çıkacak kanal aleti seçimi ile kanal tedavisi uygulanmış olan dişin daha uzun süre kullanılması sağlanmış olacaktır.

GÖNÜLLÜ KATILIM

Bu araştırmaya katılma kararımı tamamen gönüllü olarak veriyorum. Bu çalışmaya katılmayı reddedebileceğim veya katıldıktan sonra istediğim zaman, bu tedavi kurumunda göreceğim bakım ve tedaviler etkilenmeksizin ve hiçbir sorumluluk almadan ayrılabilirim bilincindeyim.

ARAŞTIRMA SÜRESİNCE 24 SAAT ULAŞILABİLECEK KİŞİLER:

Ad, Soyadı ve telefon numaraları

FATMA AYTAÇ BAL 05356111016

Çalışmaya Katılma Onayı

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilirim ve kendi isteğine bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğini biliyorum.

Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum. Doktorum saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.

Gönüllünün Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Açıklamaları Yapan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih