



**FARKLI HASSASİYET GİDERİCİ AJANLARIN DENTİN HASSASİYETİ
ÜZERİNE ETKİNLİĞİNİN İN VİTRO OLARAK İNCELENMESİ**

Özge UZUNER BİLGİÇ

**DOKTORA TEZİ
PERİODONTOLOJİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEMMUZ 2022

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Özge UZUNER BİLGİÇ

26/07/2022

FARKLI HASSASİYET GİDERİCİ AJANLARIN DENTİN HASSASİYETİ ÜZERİNE ETKİNLİĞİNİN İN VİTRO OLARAK İNCELENMESİ

(Doktora Tezi)

Özge UZUNER BİLGİÇ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2022

ÖZET

Bu in vitro çalışmanın amacı, kök yüzeylerine tek ve çok katmanlı olarak uygulanan (katmanların farklı zamanlarda ya da eş zamanlı uygulanması) kalsiyum fosfat içerikli bir hassasiyet giderici ajanın (Teethmate) ve siyanoakrilat içerikli (PeriAcryl) ajanın tek başına ve kombine (Teethmate + PeriAcryl) uygulamalarda dentin tübüllerini tıkama etkinliğinin değerlendirilmesidir. Çalışma 8 grupta 112 adet dentin örneği kullanılarak yapıldı. Gruplar; aralıklarla üç katman uygulamanın yapıldığı 1. grup G1, aralıklarla iki katman uygulamanın yapıldığı 2. grup G2, immediyat tek kat uygulamanın yapıldığı 3. grup G3, kalsiyum fosfat içerikli ajan ve siyanoakrilat içerikli ajanın kombine uygulandığı 4. grup G4, immediyat üç katman uygulamanın yapıldığı 5. grup G5, immediyat iki katman uygulamanın yapıldığı 6. grup G6, tek katman siyanoakrilat uygulanan 7. grup G7 ve herhangi bir uygulama yapılmamış 8. grup G8 olarak kodlandı. 112 örnekten, 104 tanesi taramalı elektron mikroskobu (SEM) analiziyle ve 8 tanesi ise atomik kuvvet mikroskobu (AFM) analiziyle değerlendirildi. Çalışma sonuçlarına göre tedavi uygulamaları yapılan gruplar dentin tıkama miktarı bakımından kontrol grubuna göre daha etkili bulundu ($p<0,001$). Tedavi uygulamaları içinde immediyat iki kat uygulamanın yapıldığı grup en düşük tübül tıkama etkisine sahip bulunurken, tübül daraltma etkinliği bakımından ise tek kat uygulama grubunun en düşük etkinliğe sahip olduğu görüldü ($p<0,001$). Siyanoakrilat grupları tübülleri tıkama ve çaplarını daraltma yönünden diğer gruplara göre en üstün sonuçları gösterdi ($p<0,001$). Aralıklarla katmanlı uygulama yapılan grupların da siyanoakrilat gruplarına benzer sonuçlar verdiği görüldü ($p<0,001$). Sonuç olarak çalışmamızda kalsiyum fosfat içerikli hassasiyet giderici ajan ile siyanoakrilat içerikli ajanların dentin hassasiyetini gidermede kullanılabileceği ve ajanların aralıklarla uygulanmasının dentin tübüllerini tıkamada etkili bir yöntem olabileceği görülmüştür.

Bilim Kodu : 1048
Anahtar Kelimeler : Dentin hassasiyeti, SEM, AFM
Sayfa Adedi : 124
Danışman : Prof. Dr. Altan DOĞAN

IN VITRO EVALUATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT DESENSITIZATION
AGENTS ON DENTIN HYPERSENSITIVITY

(Ph. D. Thesis)

Özge UZUNER BİLGİÇ

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF HEALTH SCIENCES

July 2022

ABSTRACT

This in vitro study aimed to evaluate the effect of single, and multiple applications of a desensitizing agent containing calcium phosphate, and/or another agent containing cyanoacrylate in order to occlude the root dentin tubules. The study was performed using 112 samples in 8 groups. Groups were coded 1st group G1 applied three layers of agent at intervals, 2nd group G2 applied two layers of agent at intervals, 3rd group G3 applied single layer of agent, 4th group G4 combined application, 5th group G5 applied three-layer agent immediately, 6th group G6 applied immediately two-layer agent, 7th group G7 single layer of cyanoacrylate applied and 8th group G8 without any application. 104 samples, were evaluated by scanning electron microscope (SEM), and 8 samples, by atomic force microscopy (AFM). The treated groups were found to be more effective than the control group($p<0,001$). The immediate two-layer agent application had the lowest tubule occlusion effect, and the single application of the agent had the lowest effectiveness in terms of tubule narrowing efficiency($p<0,001$). In terms of occlusion of the dentin tubules and narrowing their diameters, cyanoacrylate application groups showed the best results than the other groups($p<0,001$). Multiple applications at intervals showed a similar effect to the cyanoacrylate groups($p<0,001$). In conclusion, it was seen in our study that calcium phosphate-containing desensitizing agents and cyanoacrylate-containing agents can be used to relieve dentin hypersensitivity and that the multiple application of agents at intervals can be an effective method for occlusion of the dentinal tubules.

Science Code : 1048

Key Words : Dentin hypersensitivity, SEM, AFM

Page Number : 124

Supervisor : Prof. Dr. Altan DOĞAN

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca bana her zaman destek olan, anlayış, hoşgörü ve şefkatle yaklaşan, tüm tecrübe ve bilgilerini benden esirgemeyen ve bana bir baba gibi davranan Periodontoloji Anabilim Dalı başkanı sayın Prof. Dr. Altan DOĞAN hocama,

Doktora eğitimime değerli bilgi ve tecrübeleriyle katkıda bulunan Prof. Dr. Gülay TÜTER, Prof. Dr. Ayşen BODUR, Prof. Dr. M. Bülent KURTİŞ, Prof. Dr. Burcu ÖZDEMİR ve tüm Periodontoloji Anabilim Dalı öğretim üyelerine,

Doktora sürecimin her aşamasında desteğini hissettiğim, mesleki ve akademik yönden bilgi ve deneyimleriyle bana çok şeyler katan Dr. Öğrt. Üyesi Sühan GÜRBÜZ' e,

Tez çalışmam için yapay tükürük preparatı hazırlayan Doç. Dr. Berna ÖZÇELİK' e,

Doktora eğitimim boyunca güzel anılar biriktirmemi sağlayan tüm zorlukları birlikte göğüslediğimiz canım arkadaşlarım Dt. Gülşah KARA, Dt. Bejna BOZYEL, Dr. Öğrt. Üyesi Cenkhan BAL başta olmak üzere periodontoloji kliniğindeki tüm asistan arkadaşlara,

Hayatımın her aşamasında yanımda olan can dostlarım sevgili Dr. Dt. Pınar HACIM MEHMEDALİ ve Uzm. Dt. Altan MEHMEDALİ' ye,

Meslek hayatımın başlarından itibaren her zaman desteklerini hissettiğim ve mesleki yönden de bana çok şeyler katan Dt. Cemal ÇAKIR, Dt. Demet ÇIKRIKÇI, Pınar Çakır ve tüm Cem Dental ailesine,

Hayatımın her anında yanımda olan, desteğini her zaman hissettiğim, tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve beni cesaretlendiren sevgili eşim Dt. Hakan BİLGİÇ' e

Hayatımın her adımında karşılıksız sevgi ve özverileriyle yanımda olarak, hiçbir zaman desteklerini benden esirgemeyerek bu günlere gelmemi sağlayan canım annem Dilşen UZUNER ve canım babam Halil Özgür UZUNER' e en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu tez G. Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından TDK-2021-7104 proje kodu ile desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Dentinin Yapısı	5
2.2. Smear Tabakası	9
2.3. Dentin Hassasiyeti.....	10
2.3.1. Dentin hassasiyetinin mekanizmaları.....	11
2.3.2. Dentin hassasiyetinin yaygınlığı	14
2.3.3. Dentin hassasiyetinin etiyojisi	17
2.3.4. Dentin hassasiyetinin teşhisi	19
2.3.5. Dentin hassasiyetinin tedavisi	20
2.4. Dentin Hassasiyeti Tedavisinde Kullanılan Yöntemlerin İn Vitro Değerlendirilmesi.....	34
2.4.1. Stereomikroskop	35
2.4.2. Taramalı elektron mikroskobu (SEM)	35
2.4.3. Transmisyon elektron mikroskobu (TEM)	37
2.4.4. Lazer taramalı konfokal mikroskobu	37
2.4.5. Atomik kuvvet mikroskobu (AFM)	38

	Sayfa
3. GEREÇ VE YÖNTEM	41
3.1. Örnek Sayısının Belirlenmesi	41
3.2. Dentin Parçalarının Hazırlanması	41
3.3. Yapay Tükürüğün Hazırlanması	42
3.4. Çalışma Grupları ve Dentin Parçalarına Hassasiyet Giderici Ajanların Uygulanması	43
3.5. SEM İncelemeleri.....	47
3.5.1. Nicel değerlendirme	49
3.5.2. Nitel değerlendirme.....	52
3.6. AFM İncelemesi.....	53
3.7. İstatistiksel Yöntem.....	54
4. BULGULAR	55
4.1. Açıkta Kalan Tübül Sayısının Değerlendirilmesi	55
4.2. Açık Dentin Tübüllerinin Çap Ortalamalarının Değerlendirilmesi	57
4.3. Açık Dentin Tübüllerinin Alan Ortalamalarının Değerlendirilmesi	60
4.4. Gruplar Arasındaki Tamamen Açık Tübül Sayısı, Yarı Tıkalı Tübül Sayısı ve Tam Tıkalı Tübül Sayısının Karşılaştırılması	62
4.5. Açık Tübül Sayısı ile Tübül Alanı ve Çapı Arasındaki Korelasyon Analizi	65
4.6. Gruplara Göre SEM Görüntülerinin Kategorize Edilmesi	65
4.7. SEM Görüntüleri	67
4.8. AFM Görüntüleri	75
5. TARTIŞMA	81
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	95
KAYNAKLAR	97
EKLER	117
EK-1. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu	118
EK-2. Etik Kurul Raporu	120

ÖZGEÇMİŞ	124
----------------	-----



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Dentin hassasiyeti yaygınlığı ile ilgili yapılan epidemiyolojik çalışmalar	16
Çizelge 2.2. Dentin hassasiyetinin etiyolojisi	18
Çizelge 2.3. Dentin hassasiyeti tedavisinde kullanılan ajanların sınıflandırılması	23
Çizelge 3.1. Dentin örneklerinin deney gruplarına göre dağılımı, uygulanacak işlem ve yapılacak incelemeler	43
Çizelge 3.2. Grupların uygulama günlerine göre dağılımı	43
Çizelge 4.1. 1000x için gruplara göre açık tübül sayısı değerlerinin karşılaştırılması...	56
Çizelge 4.2. 2000x için gruplara göre açık tübül sayısı değerlerinin karşılaştırılması...	56
Çizelge 4.3. 1000x için açık dentin tübüllerinin çap ortalamalarının karşılaştırılması	58
Çizelge 4.4. 2000x için Açık dentin tübüllerinin çap ortalamalarının karşılaştırılması.....	59
Çizelge 4.5. 1000x için Açık dentin tübüllerinin alan ortalamalarının karşılaştırılması	61
Çizelge 4.6. 2000x için Açık dentin tübüllerinin alan ortalamalarının karşılaştırılması	61
Çizelge 4.7. 1000x için elde edilen değerlerin gruplara göre karşılaştırılması	64
Çizelge 4.8. 2000x için elde edilen değerlerin gruplara göre karşılaştırılması	64
Çizelge 4.9. Açık tübül sayısı ile tübül çapı ve alanı arasındaki korelasyon analizi sonuçları	65
Çizelge 4.10. 2000x için yüzey özellikleri kategorilerine ilişkin frekans ve yüzde değerleri	66

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Yüzeyel koronal dentin, derin koronal dentin ve derin kök dentininde ortaya çıkan tübül yoğunluğu ve çapının şematik gösterilmesi	7
Şekil 2.2. Dentin hassasiyetine neden olan servikal bölgedeki açık dentin tübülleri.....	11
Şekil 2.3. (A) Nöral teori, (B) hidrodinamik teori, (C) odontoblast reseptör teorisi	13
Şekil 2.4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) çalışma prensibi	36
Şekil 2.5. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM) çalışma prensibi	39
Şekil 4.1. Gruplara göre 1000x ve 2000x için açık dentin tübül sayılarının ortanca değerleri.....	57
Şekil 4.2. Gruplara göre 1000x ve 2000x için açık dentin tübüllerinin çap ortalamalarının ortanca değerleri.....	59
Şekil 4.3. Gruplara göre 1000x ve 2000x için açık dentin tübüllerinin alan ortalamalarının ortanca değerleri.....	62
Şekil 4.4. Grupların yüzey özellikleri bakımından kategorilere göre dağılımı	67
Şekil 4.5. Yüzey özellikleri kategorilerinin gruplara göre dağılımı	67

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Dentin tübüllerindeki smear tabakasının SEM (taramalı elektron mikroskobu) görüntüsü.....	10
Resim 3.1. a) Su soğutması altında dişin elmas separe ile kesilmesi, b) Dentin parçalarının hazırlanması, c) SEM incelemesi için hazırlanan örneklerle kavite açılması, d) Örnek yüzeylerine 3x3x1 mm boyutunda hazırlanmış kavite, e) AFM incelemesi için dentin örneklerinde düz yüzeylerin oluşturulması, f) AFM incelemesi için düz yüzey oluşturulmuş dentin örneği.....	42
Resim 3.2. Teethmate ve PeriAcryl.....	44
Resim 3.3. 0. gün, 7. gün ve 14. gün kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulaması	44
Resim 3.4. 0. gün ve 7. gün kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulaması	45
Resim 3.5. Tek kat kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulaması.....	45
Resim 3.6. Kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulamasını takiben siyanoakrilat uygulaması.....	46
Resim 3.7. 0. Gün 3 kat kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulaması	46
Resim 3.8. 0. gün 2 kat kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulaması	46
Resim 3.9. Tek kat siyanoakrilat uygulaması.....	47
Resim 3.10. a) Hazırlanan dentin parçalarının tutuculara yerleştirilmesi, b) İyon püskürtme cihazına yerleştirilen örneklerin altın ile kaplanması, c) Altın ile kaplanmış dentin parçaları	48
Resim 3.11. İyon püskürtme cihazı	48
Resim 3.12. SEM cihazı	49
Resim 3.13. Image J görüntü analiz programı ölçüm barı	50
Resim 3.14. SEM mikrofotografların Image J programına yüklenmesi ve referans barı kullanılarak mikrofotografların kalibre edilmesi	50
Resim 3.15. Image J görüntü analiz programı kullanılarak açıkta kalan ve yarı tıkalı dentin tübüllerinin sayılması	51
Resim 3.16. Image J programı kullanılarak açık dentin tübüllerinin alan ve çap ortalamalarının hesaplanması.....	52
Resim 3.17. a) AFM incelemesi için tutucuya yerleştirilen dentin parçası, b) AFM incelemesi.....	53

Resim	Sayfa
Resim 3.18. AFM cihazı.....	53
Resim 4.1. Grup 1 600x, 1000x ve 2000x SEM mikrofotoğrafları	68
Resim 4.2. Grup 2 600x, 1000x ve 2000x SEM mikrofotoğrafları	69
Resim 4.3. Grup 3 600x, 1000x ve 2000x SEM mikrofotoğrafları	70
Resim 4.4. Grup 4 600x, 1000x ve 2000x SEM mikrofotoğrafları	71
Resim 4.5. Grup 5 600x, 1000x ve 2000x SEM mikrofotoğrafları	72
Resim 4.6. Grup 6 600x, 1000x ve 2000x SEM mikrofotoğrafları	73
Resim 4.7. Grup 7 600x, 1000x ve 2000x SEM mikrofotoğrafları	74
Resim 4.8. Grup 8 600x, 1000x ve 2000x SEM mikrofotoğrafları	75
Resim 4.9. G1(üç katman kalsiyum fosfat) grubu 2d ve 3d AFM görüntüleri.....	76
Resim 4.10. G2(iki katman kalsiyum fosfat) grubu 2d ve 3d AFM görüntüleri.....	77
Resim 4.11. G3(immediyat tek katman kalsiyum fosfat) grubu 2d ve 3d AFM görüntüleri	77
Resim 4.12. G4(tek kat kalsiyum fosfat ve siyanoakrilat) grubu 2d ve 3d AFM görüntüleri.....	78
Resim 4.13. G5(immediyat üç kat kalsiyum fosfat) grubu 2d ve 3d AFM görüntüleri..	78
Resim 4.14. G6(immediyat iki kat kalsiyum fosfat) grubu 2d ve 3d AFM görüntüleri .	79
Resim 4.15. G7(siyanoakrilat) grubu 2d ve 3d AFM görüntüleri	79
Resim 4.16. G8(kontrol) grubu 2d ve 3d AFM görüntüleri	80

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
----------	-------------

dk	Dakika
kV	Kilovolt
mA	Miliamper
mbr	Milibar
mm	Milimetre
nm	Nanometre
Pa	Pascal
sn	Saniye
W	Watt
µm	Mikrometre
µm²	Mikrometre

Kısaltmalar	Açıklamalar
-------------	-------------

AFM	Atomic Force Microscopy (Atomik kuvvet mikroskobu)
CD	Sirkumpulpal dentin
DH	Dentin hassasiyeti
EDTA	Ethylenediaminetetraasetik asit
MD	Mantle dentin
PD	Primer dentin
SD	Sekonder dentin
SEM	Scanning Electron Microscopy (Taramalı elektron mikroskobu)
TD	Tersiyer dentin

1. GİRİŞ

Dentin hassasiyeti (DH), dişte herhangi bir patoloji olmaksızın açığa çıkan dentin tübüllerinde kimyasal, termal, ozmotik, temas veya buharlaştırıcı uyarana karşı oluşan kısa süreli keskin ağrıdır [1]. DH, hastaların günlük aktivitelerini etkileyecek derecede, çeşitli seviyelerde, ağrıya neden olabilir [2].

DH en fazla 20-50 yaş aralığında, ağırlıklı olarak kadınlarda ve toplumda %10-30 oranında görülmektedir [3, 4]. Kanin ve premolar dişler mandibuler ve maksiller arkta diğer dişlere göre daha bukkalde konumlanmaları dolayısıyla diş eti çekilmesinden en fazla etkilenen dişlerdir [1, 5]. DH yaygınlığının periodontitisli bireylerde ağız sağlığı iyi olan bireylere göre daha fazla ve % 72-98 olduğu bildirilmiştir [1]. Dentin dokusunun en çok açığa çıktığı alanlar dişlerin bukkal yüzeylerinin servikalleri ve kök yüzeyleridir [6].

DH' nin oluşum mekanizması ile ilgili çeşitli teoriler ortaya atılmış olsa da güncel olarak kabul görmüş DH oluşum mekanizması hidrodinamik teoridir. Hidrodinamik teoriye göre, dentin tübülleri içerisinde bulunan sıvı çeşitli uyarıların etkisiyle hem içeriye hem de dışarıya doğru hareket ederek pulpa-dentin sınırındaki sinirlerin uyarılmasına neden olur [7]. Tübüllerin içerisindeki sıvı hareketi, dentin tübülleri içerisinde ya da pulpada bulunan sinirlerin üzerindeki mekano-reseptörlerin uyarılmasına neden olur [8].

DH' nin oluşabilmesi için dentin dokusunun açığa çıkması ve dentin tübüllerinin pulpadan ağız ortamına kadar açık olması gerekir [9]. Dentin dokusunun açığa çıkmasının nedenleri, çoğunlukla hatalı diş fırçalama yanında erozyon, abrazyon, atrizyon ve abfraksiyona [10] bağlı olarak dentinin üzerini örten mine veya sement gibi sert dokuların kaybı, dişeti çekilmesi sonucu karşılaşılan yumuşak doku kayıpları ve periodontal hastalıktır [5, 11].

Yumuşak doku kayıplarının nedenleri ise kronik periodontitis, periodontal cerrahi, hatalı diş fırçalama ve diş ipinin yanlış kullanımı, kötü alışkanlıklar (tırnak yeme vb.), dişlerin dental arktaki hatalı pozisyonları, ortodontik travma, yüksek frenulum ataşmanları, ağız bölgesinde piercing kullanımı, hareketli parsiyel protez kroşeleri, ince alveolar kemik ve uyumsuz kron ve dolgular diş eti çekilmesine neden olan etkenlerdir [9]. Dişeti çekilmesi, DH nin oluşumuna neden olan en önemli risk faktörü olarak kabul edilmektedir [12]. Diş eti

çekilmesi kök yüzeyinin açığa çıkmasına, dentin tübüllerinin açılmasına ve dolayısıyla hassasiyet oluşumuna neden olur.

Periodontal hastalıkların tedavisinde öncelikle diş taşı temizliği ve kök yüzeyi düzeltme işlemiyle kök yüzeyindeki eklentileri ile bir miktar hastalıklı sement dokusu diş yüzeyinden uzaklaştırılır. Yapılan elektron mikroskopu çalışmaları kök kazınması sonucu kök yüzeyinde bir smear tabakası oluştuğu ve bu tabakanın asit uygulamalarıyla ortadan kalktığı bulgulanmıştır [8, 13-15]. Asitli yiyecek, içecekler ve diş fırçalama gibi etkenler kolaylıkla smear tabakasının ortadan kalkmasına ve dentin tübüllerinin açığa çıkmasına yol açabilir [16, 17]. Bu hissedilen rahatsız edici ağrı hastaların ağız bakımını etkili bir şekilde yapabilmelerini engeller. DH' nin şiddeti yapılan periodontal tedavilerin tipine göre de farklılık gösterebilir. Örneğin; cerrahi periodontal tedavi sonrası diş eti çekilmesiyle iyileşmesinin olması, kron boyu uzatma işlemlerinden sonra servikal dentinin açığa çıkması DH' nin oluşmasına neden olmaktadır. Periodontal tedavilerin DH' nin oluşumunda anlamlı derecede etkili olduğu birçok çalışmada ortaya konulmuştur [12, 18, 19].

DH temelde iki yaklaşımla tedavi edilmeye çalışılmaktadır. Bunlardan ilki dentin tübüllerinin tıkanarak sıvı hareketliliğinin durdurulması bir diğeri ise duyu sinirlerinin duyarlılığının azaltılmasıyla karşılaşılan uyarana karşı cevabın değiştirilmesidir [20]. Bu amaçla evde bireylerin kendilerine ve klinikte hekimlerin hastalara uygulayabilmeleri için çeşitli materyaller geliştirilmiştir. Bunlardan ev tipi uygulamalar, diş macunları ve ağız gargaralarından yararlanarak evde bireyin kendi uygulayabildiği tedavi yöntemidir. Evde 2-4 hafta boyunca uygulanan DH tedavisine rağmen tedaviye cevap alınamadığı durumlarda, tedavinin klinik ortamında hekimler tarafından takip edilmesi gerektiği bildirilmiştir [21]. Diğer tedavi şekli ise klinikte diş hekimi tarafından çeşitli ajanların profesyonel olarak diş yüzeyine uygulanmasıdır [21]. Bu tedavi şeklinde genel olarak rezinler, bonding ajanlar, cam iyonomer simanlar; stronsiyum klorit, stronsiyum florit; oksalat içerikli ürünler; kalsiyum hidroksit, kalsiyum florit, sodyum monoflorofosfat, kalsiyum fosfat; biyoaktif ve biyouyumlu cam ve nano hidroksil apatit gibi yeni ürünler; protein çökelticiler; glukokortikoidler, kortikosteroidler; lazerler ve ileri periodontal cerrahi uygulamalarından yararlanılır [22, 23].

DH' nin giderilmesinin yanında diş eti çekilmelerinin de tedavileri için yapılabilecek mukogingival cerrahi uygulamalar laterale veya koronale kaydırılmış flep, tünel tekniği,

koronale kaldırılmış flep tekniği ile subepitelyal bağ dokusunun kombine kullanılması, tünel tekniği ile bağ dokusunun kombine kullanılması, aselüler dermal matris ve domuz kaynaklı kollajen matris ile kullanılan kombine uygulamalar, emilebilir ve emilemeyen membranların kullanıldığı yönlendirilmiş doku rejenerasyonu ve mine matris türevlerinin kullanıldığı kombine cerrahi uygulamalardır [24, 25]. Mukogingival cerrahi işlemler değişen oranlarda kök yüzeyi kapatması sağlarken çeşitli dezavantajlara da sahiptir. Postoperatif komplikasyonlar, uygulama zorluğu ve uygulama sonrası dişetin tekrar çekilmesi bu dezavantajlar arasında sayılabilir. Dolayısıyla araştırmacılar daha kolay uygulanabilir ve hasta için daha konforlu tedavi yöntemlerine yönelmişlerdir [26].

Klinik uygulamalarda kök yüzeyindeki dentin tübüllerini kapamaya yönelik geliştirilen kalsiyum fosfat içerikli hassasiyet gidericiler biyouyumlu, biyoaktif ve insan dişine benzer yapıya sahip ajanlardır. Bu avantajlar göz önüne alındığında, bu ajanlar son yıllarda araştırmacıların ilgi odağı haline gelerek en çok araştırılan biyomateryaller olmuşlardır. Son yıllarda geliştirilen tetrakalsiyum fosfat ($\text{Ca}_4(\text{PO}_4)_2\text{O}$) ve dikalsiyum fosfat anhidroz (CaHPO_4) içerikli hassasiyet giderici ajan (Teethmate, Kuraray Noritake Dental Inc., Tokyo, Japan), dentin geçirgenliğini azaltmada yüksek performans gösterirken aynı zamanda sulu ortamda dentin ve minenin ana maddesi olan hidroksiapatite dönüşmektedir [27, 28]. 2016 yılında Zou ve ark'nın yayınladıkları çalışmaya göre tek kat uygulanan Teethmate' in tübüllerin tümünü kapatamadığı, yarı kapatma sağlayarak tübülleri daralttığı ancak bu ajanın katmanlı uygulamasıyla dentin tübüllerini tıkama etkinliğinin arttığı saptanmıştır [29].

Siyanoakrilat içerikli doku yapıştırıcıları ağız içi kesilerde kullanılmak üzere geliştirilmiş biyouyumlu materyallerdir. Doku yapıştırıcı özelliğinin yanında dentin tübüllerini tıkayarak dentin hassasiyeti tedavisinde de kullanılabilir [30]. Furka defektları üzerinde yapılan ve dentin geçirgenliğinin değerlendirildiği bir çalışmada siyanoakrilat (2-oktil siyanoakrilat) ajanı lazer uygulamalarıyla karşılaştırılmış ve siyanoakrilatın sızdırmazlık yönünden lazerden daha üstün olduğu görülmüştür [30]. Lazerin dentin hassasiyeti tedavisinde tek başına ve kombine uygulandığında etkili bir tedavi seçeneği olsa da dentin yüzeyinde kırık oluşturma, erimeye neden olma ve yüzey distorsiyonuna neden olma gibi dezavantajları vardır [31]. Dolayısıyla siyanoakrilat DH tedavisinde kullanılmak üzere lazere göre daha ekonomik, kolay ulaşılabilir ve konservatif bir seçenek olabilir.

Literatür incelendiğinde birçok ajan ve yöntemin DH tedavisinde kullanıldığı ve farklı sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Kullanılan ajanların etkisinin geçici olması, tekrar uygulama gerektirmesi, günümüz diyetinin çok fazla asit içermesi yeni materyal ve teknik arayışlarını gerektirmektedir. Bu konuyla alakalı birçok araştırma yapılmış olsa da, dentin hassasiyeti tedavisine yönelik altın standart niteliğinde bir ürün belirtmek hala mümkün değildir [32]. Özellikle periodontoloji kliniklerinde sıkça karşılaşılan, periodontal ve mukogingival cerrahi tedavi kontrendikasyonları nedeniyle kök yüzeyinin kapatılamadığı durumlarda, dentin tübüllerinin hassasiyet giderici ajan uygulamaları ile tıkanması büyük önem taşımaktadır.

Çalışmamızın amacı, kök yüzeylerine çok katmanlı olarak uygulanan (katmanların farklı zamanlarda ya da eş zamanlı uygulanması) bir hassasiyet giderici ajanın (Teethmate) tek başına ve/veya Siyanoakrilat içerikli (PeriAcryl) bir ajan ile kullanılmasının dentin tübüllerini tıkama etkinliğine etkisinin değerlendirilmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Dentinin Yapısı

Dişin ağızda görülen bölümü kron, kemik içerisinde kalan bölümü ise kök olarak isimlendirilir. Kök bölümünü oluşturan yapılar içeriden dışarıya doğru pulpa, dentin dokusu ve sement dokusudur. Dentin, ışığı yarı geçirgen, sarımsı beyaz renkte bir dokudur ve dişin büyük bir bölümünü kaplar. Kimyasal yapı ve gelişim bakımından kemik dokusunu andırırsa da kortikal kemikten daha sert bir yapıya sahiptir. Kırılgan ve sert bir yapıda olan mine dokusuna göre dentin dokusu daha elastik ve bozulmalara karşı daha dayanıklı bir yapıdadır [33].

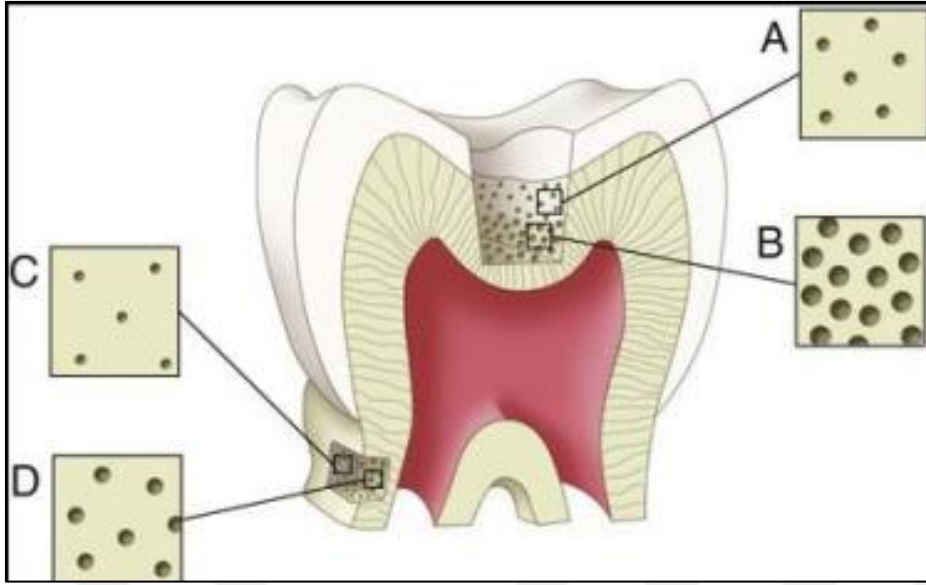
Dentin, ektomezanşimden köken alan odontoblast hücreleri tarafından oluşturulur. Dentin hacimsel olarak %30 organik, %45-50 inorganik ve %20-25 sudan oluşurken ağırlık olarak ise %20 organik, %70 inorganik, %10 sudan oluşur. İnorganik bölüm büyük oranda hidroksi apatit kristallerinden oluşur. Dentin dokusunda bulunan hidroksi apatit kristalleri kemik ve sement dokusundaki kristallerle benzer özellikler (20 nm uzunlukta ve 3.5 nm genişlikte) gösterirken mine dokusundaki kristallere göre ise daha küçük yapıdadırlar ve daha az karbonat ve kalsiyum içermektedirler. Ayrıca mine yapısındaki kristaller mikron, dentinin yapısındaki kristaller ise angström birimiyle belirtilmektedir. Mine dokusunda düzenli bir dizilim gösteren kristaller dentin dokusunda düzensiz bir dağılım sergilemektedirler. Tüm bu özellikler göz önünde bulundurulduğunda dentin yapısında hacimce oldukça fazla yüzey alanını kapladıkları görülür. Buna bağlı olarak dentin asidik ortamda dayanıksız bir yapı sergilemektedir [33]. Dentin dokusunun organik bölümünü ise %91-93 oranında kollajen oluştururken geriye kalan kısım ise sitrik asit, mukopolisakkaritler, proteinler, büyüme faktörleri ve yağlardan oluşur. Kollajen yapıyı ise %90 Tip I kollajen, %10 Tip V kollajen ve 18 farklı aminoasit oluşturur. Aminoasitlerin dörtte üçü Glycin geriye kalanlar ise Tyrosine, Serine, Glutonik Asit, Valin, Leucine, Arginine, Methionine, Alanin, Threonin, Prolin, Phenylalanine, Aspartik Asit, Hydroxyproline, Histidine, Lysine, Hydroxylysine, İsoleucine olarak sıralanabilir [34].

Odontoblastlar pulpanın dentine komşu bölümünde yerleşimli unipolar ve ileri derecede farklılaşmış özel bağ dokusu hücreleridirler. Odontoblastlar intrauterin dönemde (17-18. hafta) oluşarak dentin yapımına katılarak yaşam boyu canlı kalırlar. Odontoblastlar kron

pulpasından apikal foramene kadar farklı şekil ve yapı sergilerler. Pulpanın kron bölümünde uzun ve silindirik, orta bölümde kübik ve apikal bölümde ise ince ve yassı bir biçim gösterirler. Kron pulpasında yer alan silindirik odontoblastlar, düzenli kanal yapısına sahip dentin dokusunun oluşumunda rol oynarlar. Şekil olarak fibroblastlara benzerlik gösteren ve apikal foramen bölgesinde yerleşimli odontoblastlar ise; iyi hücresel farklılaşma göstermedikleri için, sayıca daha az kanal içeren dentin dokusunun yapımında rol alırlar. Bu hücrelerin esas görevi kollajen sentezi yapmak ve dentin organik kısmını oluşturan proteinlerin de salınımını yapmaktır.

Dentinin histolojik yapısı; dentin kanalları, odontoblast hücreleri ile bu hücrelerin uzantısı olan Tomes lifleri ve intertübüler dentindir. Dentin tübülleri, pulpa-dentin sınırından başlayıp mine-dentin sınırına kadar kesintisiz olarak bir S harfi çizircesine dalgalanarak uzanırlar. Dentin tübülleri pulpadan dentin dış yüzeyine doğru daralırlar. Dentin kanallarının mm² deki sayısı bulunduğu bölgeye göre 30.000-90.000 civarındadır ve ortalama 75.000'dir. Yoğunluk olarak tübüller, mine-dentin sınırı bölgesinde en düşükken pulpa yüzeyindeki predentin bölgesinde en yüksektir. Mine-dentin sınırında dallanma gösteren dentin tübülleri bu bölgede mine altı pleksusunu (Rasckow Pleksusu) meydana getirirler. Meydana gelen bu ağ yapısı içerisinde oluşum gösteren 2-6 µm uzunluğundaki kollateraller farklı kanalların birbirine bağlanmasını sağlamaktadır. Böylece terminal dallanmalar yapan dentin tübülleri mine-dentin sınırında klinik hassasiyetin oluşmasına neden olabilmektedir.

Dişin kron kısmında bulunan dentin tübülleri mine dokusundan başlayarak pulpaya kadar uzanırlar ve uzunlukları yaklaşık 2,5-3,5 mm civarındadır. Bu şekilde yerleşim gösteren dentin tübülleri; geniş olan bölümü pulpa dokusunda, dar olan bölümü mine-dentin sınırında, ters çevrilmiş bir koniyi andırır [33]. Dişin kron kısmında mine-dentin sınırından pulpaya doğru ilerledikçe tübüllerin sayısı ve çapları bölgelere göre değişkenlik göstermektedir [35].



Şekil 2.1. Yüzeyel koronal dentin, derin koronal dentin ve derin kök dentininde ortaya çıkan tübül yoğunluğu ve çapının şematik gösterilmesi [36]

Dentin tübüllerinin her birinin içini orta bölümü pulpa sınırında dizilim gösteren odontoblast hücrelerine ait bir uzantı doldurur. Bu uzantılar Tomes lifleri olarak isimlendirilir. Tomes lifleri, dentin tübüllerinin farklı tübüllere bağlanmasını sağlayan yan dalların içerisine de dallanarak uzanırlar. Bu özellikleri sayesinde klinik olarak hassasiyete de neden olabilecek bakteriyel, termal, kimyasal, fiziksel ve travmatik uyaranların pulpaya iletiminde ve pulpa sınırında dentin tübülleri içerisinde yerleşimli ağrı reseptörlerinin uyarılmasında rol alırlar. Dentin tübülleri içerisinde uzanan bu lifler ile dentin tübül kenarı arasında boşluk bulunur ve bu boşluğu dentin lenfi ile kalsiyum ve fosfat iyonları doldurmaktadır [33].

Dentin dokusunda gelişim düzenine göre üç farklı dentin tipi bulunmaktadır. Dişin oluşumunda, apeksin tamamen kapanıp dişin gelişimi tamamlanana kadar üretilen dentin Primer dentin (PD) olarak adlandırılır. PD dişin kron ve kökünde bulunan dentin dokusunun büyük bölümünü oluşturur. Ayrıca PD’ de bulunan tübül yapılar düzgün bir biçim sergiler. Dişin oluşum ve gelişimi bittikten sonra yaşam boyu PD’ ye göre yavaş hızda yapımı devam eden dentin ise Sekonder dentin (SD) olarak adlandırılır. SD’ de tübül yapılar düzensiz seyir gösterirler bundan dolayı primer ve sekonder dentin sınırı boyanmış preparatlarda kolaylıkla fark edilebilir. SD yapımı devam ederken şiddetli bir uyaran etkisiyle etkilenen alana bağlı olarak lokalize veya geniş bir alanda dentin yapımı hızlanır. Odontoblastlar tarafından bu kez daha hızlı yapılan bu dentine, Tersiyer dentin (TD) veya Tamir dentini (TD) adı verilir. Erozyon, abrazyon, abfraksiyon, atrizyon gibi aşınma, diş çürükleri, dental

işlemler, oklüzal travma ve kimyasal iritan maddeler gibi birçok uyaranın etkisiyle TD dişin ağızda bulunduğu süre boyunca yapımı devam eder.

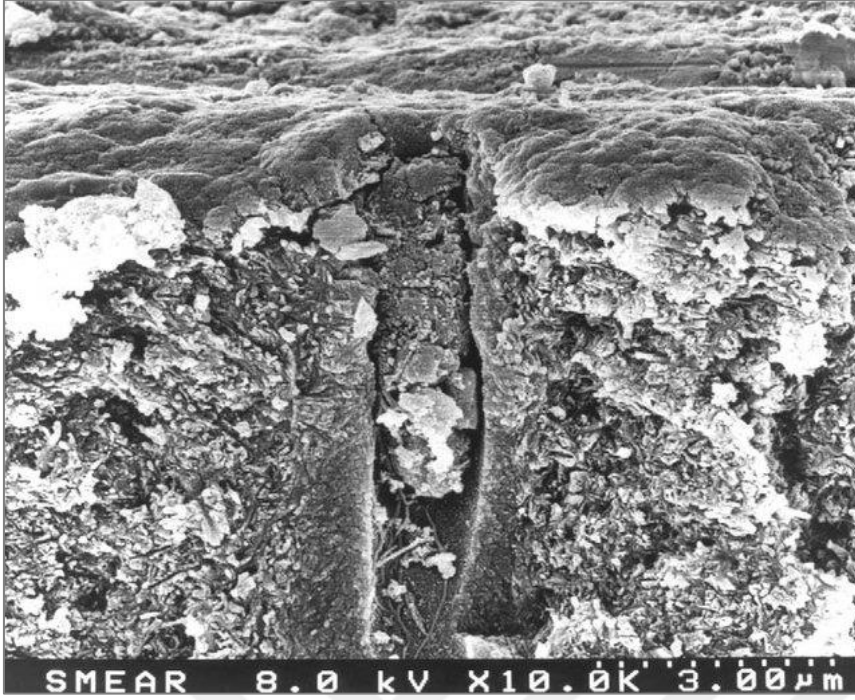
Dentin dokusunda yerleşim yerlerine göre ise dört farklı dentin tipi bulunmaktadır. Dentinin mineyle yakın komşuluk gösteren en dıştaki katmanına Mantle Dentin (MD) adı verilir. MD; yeni farklılaşmış odontoblastlar tarafından oluşturulur, ortalama 150 mikrometre genişliğindedir ve mine-dentin sınırında oluşan ilk dentin tabakasıdır. PD' den farklı olarak daha az mineralize yapıya sahiptir. Sirkumpulpal dentin (CD) MD' nin altında, odontoblast hücrelerince oluşturulan, dentin dokusunun büyük bölümünü kaplayan, MD' ye göre daha fazla mineralize ve pulpaya doğru uzanan dentin dokusudur. Bir dentin tübülünde kanalın dik bir şekilde kesilmesi sonrası alınan kesit görüntüsünde tübüller içerisindeki odontoblast liflerinin etrafını çevreleyen, ışığı geçirgen yapıda ve kanallar boyunca yerleşim gösteren dentin ise peritübüler dentin (intratübüler dentin) olarak adlandırılır. Diğer yandan dentin tübüllerinin arasını dolduran ve peritübüler dentine göre daha az mineralize olan dentin yapısı ise intertübüler dentin olarak adlandırılır. Peritübüler dentin, gençlerde dentin tübülünü bir kılıf gibi sarar ve ilerleyen yaşlarda kalınlığı artar. İntertübüler dentin peritübüler dentine göre daha az mineralize ve daha yumuşak bir yapıya sahiptir [33]. İntertübüler dentin kollajen fibrillerce oluşturulan demet yapıları barındırır. Dentin tübüllerine dik uzanan kollajen lifleri Von Ebner lifleri olarak adlandırılır. Bu lifler dentinin oluşumu esnasında mineralizasyon değişiklikleri dolayısıyla ortaya çıkan inkremental çizgilerin oluşumunu sağlarlar. Çizgiler arasındaki uzaklık dentin dokusunun günlük oluşum miktarını gösterir. Dentin tübüllerine paralel yerleşimli bir diğer lif grubu ise Von Korff lifleri olarak adlandırılır. Von Korff lifleri pulpa dokusundaki hücreler arasında oluşur, pulpa-dentin sınırında yerleşimli odontoblast hücrelerine doğru kalınlaşarak ilerler ve odontoblast hücreleri arasından geçerek dentine ulaşırlar. Dişin oluşumu esnasında predentin olgunlaştıkça Von Korff lifleri predentin içine gömülürler. Odontoblast hücrelerinin diferensiasyondan sonra yaklaşmasıyla ise bu liflerin pulpa dokusunun orta bölümü ile olan ilişkisi ortadan kalkar. Dentinin oluşumu tamamlandıkça da bu lifler kalsifiye dentin içerisine gömülerek odontoblast hücreleri arasından görülemez hale gelirler [33].

Dentin dokusunda mineral içeriğine göre ise üç farklı dentin yapısı bulunmaktadır. Globular dentin, kireçlenmeyi sağlayan küçük küreciklerin oluşturduğu homojen olarak kireçlenmiş bir dentin yapısıdır. Dişin kron bölümünde mine dokusuna komşu kısımlarda kireç kürecikleri farklı şekillerde birleşim gösterirler ve normal mineral içeriğine sahip küreler

arasında daha az kireçlenmiş görülür. Bu kısımlar mikroskopik olarak boş bir görüntü verirler. Bu boşluklara, Czermak Boşlukları veya İnterglobuler Dentin adı verilir. Bu dentin yapısı, MD ve CD arasındadır. İlerleyen yaşla birlikte veya orta derecede irritasyona neden olan yavaş ilerleyen çürükler PD' nin yapısında çeşitli değişikliklerin olmasına neden olur. Bu değişiklikler; Odontoblastlar ve uzantılarının yapısında bozulmaların meydana gelmesiyle intratübüler kalsifikasyonlar oluşması ve dentin tübüllerinin mine-dentin sınırından pulpaya kadar kireçli maddelerle dolması olarak sayılabilir. Bu değişiklikler sonucunda tübüller daralarak tamamen tıkanır. Bu tübüler yapılar daha kalın, daha sert, daha az geçirgen ve dolayısıyla daha az duyarlı kanallardır. Böylece pulpa dokusu irrite edici uyarılara karşı daha dayanıklı hale gelir. İlerleyen yaşla beraber görülen sklerozis "fizyolojik dentin sklerozu" olarak adlandırılır. Orta derecedeki irritasyonların neden olduğu sklerozis ise "reaktif dentin sklerozu" olarak adlandırılmaktadır. Genellikle 35 yaşındaki bir bireyde fizyolojik dentin sklerozunun 0.5 mm kalınlığa ulaştığı görülür. Reaktif dentin sklerozu ise radyografilerde S şeklinde izlenen dentin tübüllerinde daha radyopak olarak görüntü verir [33].

2.2. Smear Tabakası

Kök yüzeyinde yer alan abrazyon, atrizyon, çürükler ve kök yüzeyi düzleştirme işlemleri nedeniyle oluşan; dokudan uzaklaştırılan mine parçacıkları, denatüre kollajen, dentin tübülü içerikleri, hidroksiapatit, intertübüler ve peritübüler dentin matriksi, dentin sıvısı, tükürük ve bakteri içeren debrisin oluşturduğu tabakadır. Dentin partikülleri, mineraller ve organik matriksten oluşan bu tabaka dentin tübüllerinde bir miktar tıkama sağlayarak dentin geçirgenliğinde ve dentin duyarlılığında büyük bir azalma sağlar [37]. Diş fırçalama, beslenme, tükürüğün yapısı, endojen faktörler ve periodontal tedaviler, smear tabakasının oluşmasında veya ortadan kaldırılmasında etkilidirler [38]. Yapılan çalışmalarda, diş temizliği ve kök kazıması işlemlerini takiben kök yüzeyinde, organik ve inorganik debrislere oluşan smear tabakasının meydana geldiği bildirilmiştir [39]. Smear tabakası kimi araştırmalara göre diş fırçalama ile oluşurken [40], bazı çalışmalara göre ise diş fırçalama smear tabakasının uzaklaştırılmasına ve hassasiyetin ortaya çıkmasına neden olmaktadır [41]. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki, asitli içecekler tükürüğün pH' sını düşürmekte ve düşük pH dentin tübüllerinin genişlemesine, smear tabakasının ortadan kalkmasına ve dolayısıyla DH' nin oluşmasına neden olmaktadır [17, 42-44].

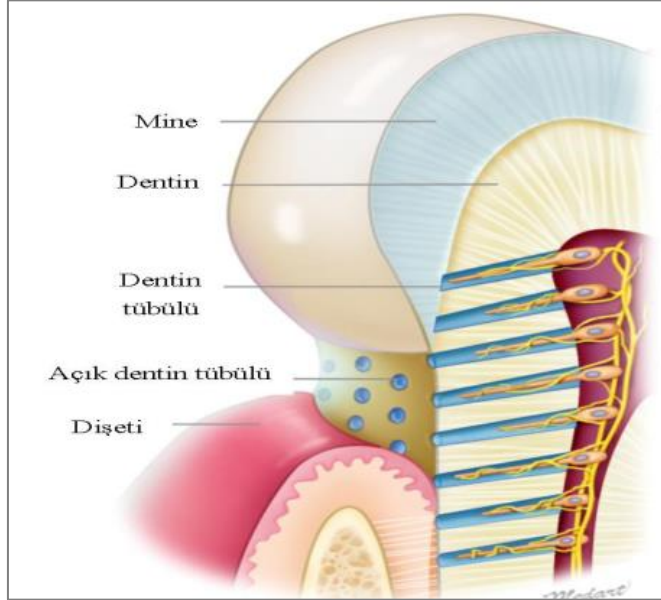


Resim 2.1. Dentin tübüllerindeki smear tabakasının SEM (taramalı elektron mikroskobu) görüntüsü [45]

2.3. Dentin Hassasiyeti

DH herhangi bir dental defekt veya patoloji ile açıklanamayan, kimyasal (asit/şeker), termal (soğuk/sıcak), temas (diş fırçalama), ozmotik veya buharlaştırıcı (hava) uyaranlara karşı cevap olarak oluşan ve uyaran etkisi kaybolduğunda ortadan kalkan kısa süreli keskin bir ağrı olarak tanımlanabilir [1, 25, 46]. Yapılan çalışmalarda bahsi geçen klinik durumu açıklamak için kullanılan “Dentin Hassasiyeti” teriminin yetersiz kaldığı belirtilmektedir. Avrupa Periodontoloji Birliği 2002 çalıştayında periodontal hastalıkların cerrahi (cerrahi öncesi/sonrası) ve cerrahi olmayan tedavileri ile dentin hassasiyeti tedavileri beraber tanımlanmıştır. Periodontal hastalıklarda bakterilerin dentin tübüllerinden girerek tübüller boyunca pulpaya komşu bölgelere kadar ilerledikleri gösterilmiştir [47]. Literatürde “sement aşırı hassasiyeti” veya “sement hassasiyeti” terimlerinden söz edilmiş olsa da çeşitli sebeplerle ortaya çıkan servikal bölgedeki dentinin hızlıca üzerindeki sement dokusunu kaybettiği görülmüştür. En fazla servikal bölgedeki kök yüzeyi bu durumdan etkilenmektedir. Dolayısıyla “dentin aşırı hassasiyeti” bahsedilen klinik durumu açıklamak için yetersiz kalmaktadır. Dentin aşırı hassasiyetinde aynı klinik durumu tarif etmek için; dentin hassasiyeti, dentin aşırı hassasiyeti, dentinal aşırı hassasiyet, servikal aşırı hassasiyet

/servikal hassasiyet, kök aşırı hassasiyeti / kök hassasiyeti, sement aşırı hassasiyeti / sement hassasiyeti terimleri kullanılabilmektedir [1, 32, 48].



Şekil 2.2. Dentin hassasiyetine neden olan servikal bölgedeki açık dentin tübülleri [49]

2.3.1. Dentin hassasiyetinin mekanizmaları

Geçmişten günümüze kadar sıkça karşılaştığımız bir klinik durum olan dentin hassasiyetinin ve ilgili mekanizmalarının bilinmesi durumun anlaşılabilmesi ve çözülebilmesi için büyük önem taşımaktadır. DH gerçek bir hastalıktan daha çok, açığa çıkmış dentin yüzeyine gelen uyaranların pulpayı iletilmesi sonucu oluşan semptomlar dizisidir [50]. DH mekanizmasını açıklayabilmek için bugüne kadar 3 farklı hipotez öne sürülmüştür [32, 51].

1. Odontoblast reseptör teorisi
2. Doğrudan sinir sonlanması teorisi (nöral teori)
3. Hidrodinamik teori

Odontoblast reseptör teorisi

Ortaya atılan ilk hipotezdir ve dentinal reseptör teorisi olarak da bilinir [32]. Bu teoriye göre mekanik ya da kimyasal uyaranların etkisiyle, dentin tübülleri içerisinde bulunan odontoblast lifleri reseptör işlevi görerek nörotransmitter salınımına sebep olur ve böylece uyaranlar sinir uçlarına iletilir. Fakat, yapılan araştırmalar odontoblast liflerinin bahsedilen

şekilde işlev yapmadığını ve odontoblastlar zarar görse de pulpada duyarlılık yönünden bir değişiklik olmadığı göstermişlerdir [3]. Dolayısıyla odontoblastların duyu reseptörü olarak işlev yaptığını ve DH' de rol oynadığını savunan bu teori reddedilmiştir [52].

Doğrudan sinir sonlanması teorisi (nöral teori)

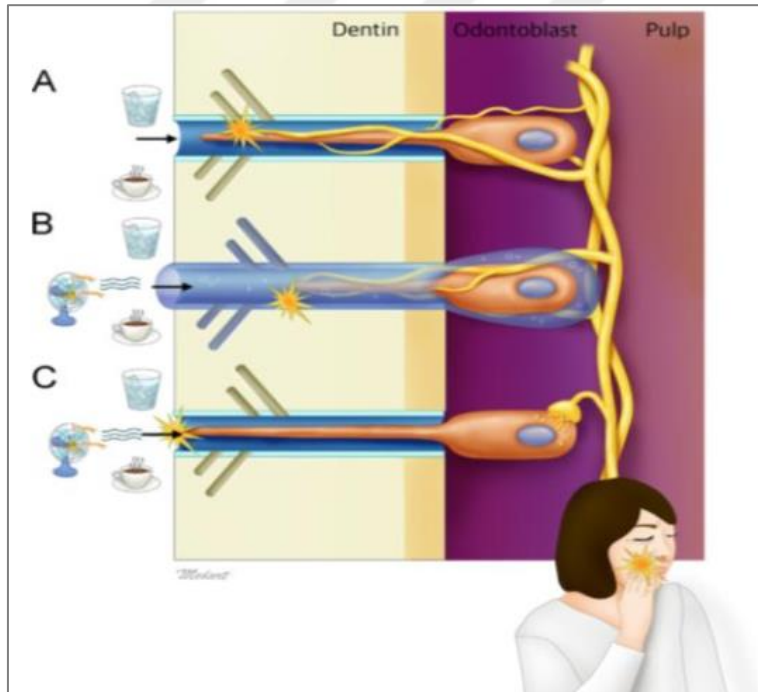
Bu teori çeşitli (termal, mekanik, kimyasal) uyaranların, odontoblast liflerini direkt olarak uyarması ve uyarıların odontoblast lifleriyle bağlantıda olan pulpa sinir liflerine iletilmesiyle hassasiyet kaynaklı ağrının oluştuğunu savunmaktadır [3]. Ancak yapılan araştırmalara göre dentin tübüllerinde sinir lifleri olsa da bu liflerin mine-dentin sınırına kadar ulaşamadığı belirtilmektedir. Ayrıca açığa çıkmış dentin yüzeyine uygulanan anesteziik solüsyonların ağrıyı kesmediği belirtilmiştir [52]. Bu nedenle hassasiyet kaynaklı ağrının bahsedilen şekilde olmadığı anlaşılmış ve bu teori de kabul görmemiştir.

Hidrodinamik teori

DH oluşum mekanizması ile ilgili günümüzde halen geçerliliğini koruyan teori, Brannström ve arkadaşları tarafından önerilen hidrodinamik teoridir [53]. Aslında bu teori ilk olarak 1955' te Kramer tarafından ortaya atılmıştır. Kramer, dentin tübüllerinin sıvıyla dolu olduğunu ve tübül duvarlarının sert yapıda olduğunu ileri sürmüştür. Bu düşünceye göre dentin tübüllerindeki sıvının çevresel uyaranların etkisi sonucu hareket etmesiyle pulpaya uyarılar iletilmektedir [54]. Ancak ağrıya sebep olan uyaranların (termal, kimyasal, mekanik) dişte meydana getirdiği değişiklikleri ve bu uyaranların etkisiyle meydana gelen dentin tübüllerindeki sıvı hareketliliğini in vitro ve in vivo olarak inceleyen kişi Brannström' dur [53]. Bu teoriye göre; ekspoz olmuş dentin tübülleri içerisindeki sıvının ağız ortamındaki ozmotik, fiziksel ya da termal değişikliklerin etkisiyle hem dentinden pulpaya hem de pulpadan dentine doğru hareketlenmesi ve bu hareketliliğin pulpa-dentin sınırındaki duyuşal baroreseptörleri aktive etmesi esasına dayanmaktadır [55]. Soğuk uygulaması, diş yüzeyinin kurutulması, buharlaştırma ve hipertonic kimyasal uyarılar, dentin sıvısının pulpadan dentine yani ağız ortamına doğru hareket etmesine sebep olarak ağrının ortaya çıkmasına neden olur. Sıcak uygulaması ise dentin sıvısının ağız ortamından pulpaya doğru hareketlenmesine neden olur. Çünkü sıcak uygulaması dentin tübüllerinde genişlemeye neden olurken diğer uyaranlar daralmaya neden olur. Araştırma sonuçlarına göre DH şikayeti bulunan hastaların %75' inde soğuk uyaranlar ağrıya neden olmaktadır [5, 21, 32].

Bu mekanizmada etkili olan sinir lifleri, A-Delta lifleridir. Bu lifler DH ile karakterize kısa süreli, ani, keskin ve lokalize ağrıdan sorumludurlar. Pulpal ağrı ise dakikalar ve hatta saatlerce süren, yaygın ve lokalize edilemeyen tipte olup, C liflerinin uyarılması sonucu ortaya çıkar [56]. Hassas dentin tübüllerinin çapları daha geniş olup, tübül sayıları ise hassas olmayan dentin tübüllerinin yaklaşık sekiz katı oranındadır. Yani dentin tübül çapları arttıkça sıvı hareketliliği hızlanmakta ve hissedilen hassasiyet derecesi de artmaktadır. Bu da uyarın iletimini hidrodinamik teoriyle açıklayan hipotezi desteklemektedir [1, 32, 57].

Diğer yandan son 10 yılda odontoblastlarda konneksin, pannexin, TRPV1, TRPV2, TRPV3, TRPV4, TRPM3, KCa, TREK-1, betaENa(+) C ve ASIC2 gibi kimyasal, mekanik ve termal uyarılara duyarlı kanallar tespit edilmiştir [58-60]. Bu kanallar sayesinde odontoblastların duyu hücreleri gibi işlev göstererek, ağrı iletiminde aracı rol oynayabileceği veya bu durumu modüle edebileceği düşünülmektedir. Nitekim, mekanik ve termal uyarıların odontoblastlardan adenozin trifosfat (ATP) ve glutamat gibi ağrı medyatörlerinin salınımını uyardığı çeşitli çalışmalarda gösterilmiş olsa da bu hücrelerin nörosensor fenotipinde hücreler olduğunu ifade edebilmek için daha fazla kanıtı ihtiyaç vardır [59, 60].



Şekil 2.3. (A) Nöral teori, (B) hidrodinamik teori, (C) odontoblast reseptör teorisi [49]

2.3.2. Dentin hassasiyetinin yaygınlığı

DH toplumumuzda çok sık karşılaşılan, hastanın çiğneme işlevini ve dolayısıyla beslenmesini ve sosyal yaşantısını olumsuz yönde etkileyebilecek önemli bir sorundur. Dentin hassasiyeti yaygınlığı, araştırılan topluma ve kullanılan yöntemlere göre %3-57 oranında değişkenlik gösterebilmektedir (Çizelge 2.1.) [10]. Yapılan çalışmalarda bildirilen bu yüksek oran aralığının nedeninin; araştırmalarda tercih edilen tanı yöntemlerinin çeşitliliğinden, ağız bakım alışkanlıklarından, seçilen materyallerden ve araştırmaların yapıldığı bölgeden kaynaklanabileceği bildirilmiştir. Yapılan araştırmalarda çoğunlukla hasta anketi ve klinik çalışmalara ait sonuçlar bildirilmiş olup hasta anketi sonuçlarının daha yüksek DH oranı gösterdiği belirtilmektedir [1, 3]. DH en fazla genç erişkinlerde görülürken artan yaşla birlikte yaygınlığı azalmaktadır [3]. DH' nin en fazla karşılaşıldığı yaş aralığı 20-50 olarak bildirilmiş olsa da 70'li yaşlarda da görülebilmektedir [4]. Genç erişkinlerde DH ile sık karşılaşılmamasının nedeni bu yaş aralığında diş eti çekilmesi olgularının yaygın olmasıyla açıklanırken, artan yaşla birlikte DH yaygınlığının azalması, dentin sklerozu, dentin kanallarının daralması, hidroksiapatit kristallerinin çökmesiyle kanalların tıkanması ve geçirgenliğin azalması ile açıklanmaktadır [3, 10, 61]. Gelişmiş ülkelerde bireyler dişlerinin ağızda kalma süresini arttırabilmek için oral hijyen alışkanlıklarına önem verirler ve bu duruma bağlı olarak da DH' yle karşılaşma risklerinin artabileceği bildirilmiştir [3]. DH farklı ırkları, sosyal sınıfları, meslek gruplarını, yaş ve cinsiyet gruplarını etkileyebilmektedir. Mevsimsel değişiklikler de DH' nin görülme oranını etkileyebilmektedir. Bu durumun, özellikle yaz ayları gibi sıcak dönemlerde asitli içeceklerin tüketiminin artmasıyla ilişkili olabileceği belirtilmektedir [61].

Genellikle DH erkeklerde kadınlara göre daha az yaygınlık göstermektedir [62]. Bu durum erkeklerin kadınlara göre ağız bakımlarına daha az özen göstermeleriyle açıklanabilir [63]. Seymour ve ark erkeklerin diş ağrısına karşı daha dayanıklı ve daha az duyarlı olduklarını tespit etmişler ve kadınların daha sık profesyonel yardım almak için gerekli yerlere başvurduklarını bildirmişlerdir [63]. Erkeklerin diş hekimlerine başvuru oranları kadınlara göre daha az olduğundan erkeklerdeki DH yaygınlığı daha düşük oranlarda görülmektedir. Diğer yandan beslenme alışkanlıklarındaki farklılıklar, asitli gıdaların tüketiminin erkeklerde kadınlara göre daha az olması da hassasiyetin derecesinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır [64].

Alt ve üst çenelerde kaninler ve küçük azılar bölgesinde DH görülme sıklığı daha yüksektir. Sırasıyla kaninler, I. premolar dişler, anterior dişler, II. premolar dişler bahsi geçen klinik durumdan en çok etkilenen dişlerdir [4]. En az etkilenenler ise molar dişlerdir. DH en fazla sert diş fırçalama ve periodontal hastalık kaynaklı dişeti çekilmelerinin meydana geldiği bukkal kole bölgesindeki dentinde (%85 oranında) görülürken, lingual, palatinal ve tüberkül yüzeylerde de ortaya çıkabilmektedir [10, 62]. Ayrıca araştırma sonuçlarına göre sağ elini kullanarak fırçalama yapan kişilerin sol tarafında yaygın bir şekilde diş eti çekilmesi ve dolayısıyla DH şikayetlerinin görülebileceği bildirilmiştir [65]. Orchardson ve Collins alt birinci molar dişlerin ve üst kaninlerin DH' den en fazla etkilenen dişler olduklarını ve DH görülen dişlerin %68' inde belirgin derecede diş eti çekilmesi olduğunu belirtmişlerdir [66]. Liu ve ark ise santral ve lateral dişlerin hava ve dokunma uyaranlarına karşı en az duyarlı dişler olduklarını, premolar ve molar dişlerin ise en çok duyarlı dişler olduklarını belirtmişlerdir [67].

Çizelge 2.1. Dentin hassasiyeti yaygınlığı ile ilgili yapılan epidemiyolojik çalışmalar

YAZAR	ÜLKE	YAPILDIĞI YER	ÇALIŞMANIN ŞEKLİ	DENEK SAYISI	DENEK ÖZELLİKLERİ	YAYGINLIK
Jensen	ABD	Üniversite	Klinik	3,000	Yetişkin	%30
Graf ve Galasse	İsviçre	Muayehane	Klinik	351	7-69 yaş	%15
Flynn ve ark.	İngiltere	Eğitim Hastanesi	Anket ve Klinik	369	11-74 yaş	%28(A) %18 (K)
Fischer ve ark.	Brezilya	Dental klinik	Anket ve Klinik	635	13-87	%25 (A) %17(K)
Chabanski ve ark.	İngiltere	Eğitim Hastanesi	Anket	507	Periodontoloji hastaları	%84
Chabanski ve ark.	İngiltere	Eğitim Hastanesi	Klinik	51	Periodontoloji hastaları	% 73-98
Liu ve ark.	Tayvan	Eğitim Hastanesi	Anket ve Klinik	780	Yetişkin hastalar	%32 (A) %29 (K)
Rees	İngiltere	Muayenehane	Klinik	3593	Yetişkin hastalar	%3,8
Taani ve Awartani	Suudi Arabistan	Eğitim Hastanesi	Klinik	295	144 yetişkin hasta 151 periodontoloji hastası	%42 (non perio) %60 perio
Rees ve Addy	İngiltere	Muayenehane	Klinik	4841	Yetişkin hastalar	%4,1
Rees ve ark.	Hongkong	Eğitim Hastanesi	Klinik	226	Periodontoloji hastaları	%68
Rees ve Addy	İngiltere	Muayenehane	Klinik	5477	11-90 yaş	%2,8
Udoe	Nijerya	Eğitim Hastanesi	Klinik	220	Yetişkin hastalar	%16,3
Bamise ve ark.	Nijerya	Eğitim Hastanesi	Klinik	2165	Yetişkin hastalar	%1,34
Ye ve ark.	Çin	Rastgele Araştırma Noktaları	Anket ve Klinik	2120	Yetişkin popülasyon	%37,9 (A) %34,1 (K)
Dhaliwal ve ark.	Hindistan	5 köy	Anket ve Klinik	1329	Genel popülasyon	%48,9 (A) %25 (K)
Bahşi ve ark.	Türkiye	Muayenehane	Klinik	1368	Hastalar	%5,3
Wang ve ark.	Çin	8 Bölge	Klinik	6843	Genel popülasyon	%34,5
Que ve ark.	Çin	Tek şehirdeki 6 merkez	Klinik	1023	Genel popülasyon	%27,1
Amarasena ve ark.	Avustralya	Özel klinik	Gözlem	12692	Yetişkin hastalar	%9,1
Kehua ve ark.	Çin	Tek şehirdeki 6 merkez	Klinik	1320	Genel Popülasyon	%25,5
Qu eve ark.	Çin	2 şehirdeki 2 merkez	Anket ve Klinik	2640	Genel Popülasyon	%41,7 (A) %25,5 (K)
Tengrunsun ve ark.	Tayland	Eğitim Hastanesi	Klinik	420	Yetişkin hastalar	%30,7
Irwin ve Mccusker	İngiltere	Muayenehane	Anket	250	Yetişkin hastalar	%57,2
Gillam ve ark.	İngiltere	Muayenehane	Anket	277	Yetişkin hastalar	%52
Gillam ve ark.	İngiltere/ G.Kore	Muayenehane	Anket	277(İ) 280(G.K)	Yetişkin hastalar	%52(İ) %55,4 (G.K)
Clayton ve ark.	İngiltere	Hava Kuvvetleri	Anket	228	Askerler	%50
Chi ve Milgrom	ABD.	Toplum Sağlık Merkezi	Anket	45	Evsizler 14-28 yaş	%52,6
Çolak ve ark.	Türkiye	Eğitim Hastanesi	Anket ve Klinik	1169	Yetişkin hastalar	%7,6 (K)
Oderinu ve ark.	Nijerya	Üniversite	Anket	387	Öğrenciler	%33,8
Bamise ve ark.	Nijerya	Üniversite	Anket	1019	Öğrenciler	%68,4
West ve ark.	Avrupa	Muayenehane	Anket ve Klinik	3187	18-35 yaş	%41,9

2.3.3. Dentin hassasiyetinin etiyolojisi

DH etiyolojisi birden fazla faktörle ilişkilidir ve kök yüzeyini örten sert ve yumuşak dokuların ortadan kalkması sonucu alttaki dentin dokusunun açığa çıkmasıyla oluşur. Ana neden; vital pulpa dokusuna uzanan, skleroze olmamış dentin tübülleri barındıran dentinin ağız içerisine açılmasıdır [26]. Yani dentin dokusunun ağız ortamına açık hale gelmesi her zaman hassasiyetin oluşmasına neden olmamaktadır. Açılmış dentin dokusunun alanı, dentin tübüllerine invaze olacak ajanın molekül büyüklüğü, sklerotik ve tamir dentininin oluşumu ve kalan dentin dokusunun kalınlığı DH' nin oluşmasında önemli rol oynamaktadır [64, 68]. Diğer yandan hastanın yaşı, ağrı eşiği, psikolojik ve fizyolojik durumu ile tükürük içeriği gibi hastaya bağlı faktörler de DH' nin oluşumunda büyük önem taşımaktadırlar [69]. Diğer yandan gelişimsel olarak, anatomik kronun üzerini kaplayan mine dokusu ile kök yüzeyini örten sement dokusu arasındaki ilişki de DH' nin ortaya çıkmasını etkileyen önemli bir faktördür. Elde edilen verilere göre, servikal sınırda mine ve sement dokusu %30 sıfıra doğru inceliyor ve karşılaşırken, %60 sement bir miktar minenin üzerini örtüleyebilir ve %10 ise sement hemen minenin bittiği yerden başlamaz ve dentinin ağız içerisine açılmasına sebep olur. Bu durumlarda dişlerin kole bölgelerinde hassasiyet görülme oranı artmaktadır. Bahsi geçen bu farklılıklar kişinin birden fazla dişinde veya bir dişinde ve hatta bir dişin bir veya birden fazla kole bölgesinde görülebilir [61].

Dentin dokusunun ekspoz olmasında mine dokusunun kaybı, dişeti çekilmesi ile sement dokusunun yüzeyden uzaklaşması ve her iki nedenin kombinasyonu olmak üzere 3 ana faktör rol oynamaktadır [70] (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2. Dentin hassasiyetinin etiyolojisi

Mine dokusunun kaybı sonucu dentin yüzeyinin açığa çıktığı durumlar ve nedenleri
• Atrizyon; Isırma ve çiğneme hareketleri esnasında dişlerin birbirleriyle teması ve sürtünmesi sonucu oluşan fizyolojik bir aşınma tipidir. En fazla insizal ve oklüzal yüzeylerde görülürken, proksimal yüzeylerde daha az gözlenmektedir. Bruksizim gibi alışkanlıklar aşınmayı şiddetlendirebilir [71]. • Abrazyon; Genellikle yabancı bir maddenin neden olduğu kama şeklindeki aşınma olgularıdır. En fazla maksiller kanin ve premolar dişlerin kole bölgelerinde görülmektedir. Özellikle asitli gıdaların tüketilmesinden sonra yapılan sert fırçalamaya bağlı olarak diş yüzeylerinde fırça abrazyonu gözlenebilmektedir. Ayrıca yüksek miktarda aşındırıcı madde içeren diş macunu ve pipo kullanımı da abrazyona neden olabilmektedir [51]. • Erozyon; İç ve dış kaynaklı asitlerle diş yüzeyinde geri dönüşümü olmayan madde kaybıyla karakterize aşınma tipidir. Asit içerikli gıdalar (meyve) ve içecekler (gazlı içecekler) beslenmeye bağlı dış kaynaklı asitlere örnek olarak verilebilir. Gastroözofageal hastalıklar (reflü), alkol bağımlılığı ve blumia nevroza gibi hastalıklar ise iç kaynaklı asit oluşumuna neden olabilmektedirler. Erozyon aşınma tipinde ilk aşama aside maruz kalan minenin demineralizasyon sonucu yumuşamasıdır. Yumuşayan mine dokusu hemen (1-2 saat içinde) tükürük veya florürlü bileşiklere maruz kalırsa aşınma geriye dönebilir ve yüzeyde yeniden sertleşme gözlenebilir. Ancak yumuşama görülen mine yüzeyine sürtünme işlemi gibi mekanik bir kuvvet uygulanırsa yüzeyde kalıcı aşınmalar meydana gelebilir [72]. • Abfraksiyon; Oklüzal yüzeye gelen şiddetli baskı ve gerilim kuvvetleri sonucu dişlerin kole bölgelerinde görülen çatlak ve kırıklardır. Ayrıca abrazyon ve erozyon tipi aşınmalar için hazırlayıcı faktör olarak rol oynamaktadır[1].
Diş eti çekilmesi ve sement kaybına neden olan durumlar
• Dişin hatalı konumlanması dolayısıyla incelmış lingual veya bukkal alveolar kemikteki kayıplar • Diş taşı temizliği ve kök yüzeyi düzleştirme işlemleri gibi cerrahi olmayan periodontal tedaviler • Periodontal cerrahi • Kronik periodontitis • Aşırı sert veya yumuşak diş fırçalama • Oklüzal travma • Kötü alışkanlıklar (dişetini tırnakla itme vb.) • Hareketli bölümlü protez kroşeleri • Yüksek frenulum ataşmanları • Kenar uyumu kötü kron ve dolgular • Yaşlanma ile görülen dişeti çekilmeleri • Piercing kullanımı • Ortodontik tedavi

DH' nin oluşumunda etkili olan bir diğer faktör ise plak kontrolüdür. Plak kontrolünün etkinliği ile DH arasındaki ilişki üzerinde durulması gereken önemli bir etiyolojik faktördür. Yetersiz diş fırçalama sonucu oluşan dental plak birikimi diş eti iltihabına ve periodontal destek doku kaybıyla kök dentininin açığa çıkmasına neden olur. Ekspoze olan dentin yüzeyindeki tübüler yapılar ağız ortamında bulunan bakteriler tarafından üretilen asitlerin etkisiyle genişlemektedir. Diğer yandan ağız bakımına aşırı derecede özen gösteren kişilerde de DH şikayetlerinin görüldüğü belirtilmektedir. Sert diş fırçalama, fırçalama süresinin fazla

uzun olması, ara yüz temizliği gereçlerinin yanlış kullanılması ve aşındırıcı içeriğe sahip diş macunu kullanımı dentin dokusunun açılmasına sebep olabilir [52]. Agresif oral hijyen alışkanlıkları, ağız ortamında tükürük içerisinde bulunan minerallerin açık dentin tübül ağızlarına çökmesini engeller ve DH' nin devam etmesine neden olabilir. Diğer yandan kötü ağız hijyeni alışkanlıkları ise, ortamda bulunan yoğun plak nedeniyle tükürük içerisinde bulunan minerallerin dentin tübül ağızlarına ulaşmasını ve tübül ağızlarının tıkanmasını engelleyerek DH' nin oluşmasına veya var olan hassasiyetin devam etmesine neden olabilir [51].

Tükürük akış hızı ve miktarı, tükürüğün tamponlama kapasitesi ve remineralizasyon potansiyeli DH' nin ortaya çıkmasında etkili olan risk faktörleridir. Tükürük içerisinde bulunan bikarbonat, tükürük proteinleri ve kalsiyum fosfat molekülleri ağız içerisindeki asit ortamı tamponlayabilir ve eroziv ajanları dilüe edebilir. Tükürük, apatit ve çözünmeyen diğer fosfat türlerine göre kalsiyum ve fosfata doygunudur. Normal koşullarda tükürük içeriğindeki mineraller dentin tübül girişlerine çökerek dentin tübüllerinde tıkanma meydana getirirler. Böylece dentin hassasiyetinin azalmasına katkı sağlanmış olur [52]. Diğer yandan, diş fırçalama ve çiğneme kuvvetlerine karşı dirençli olan proteinden zengin biyofilm tabakası veya pelikül oluşumunun ilk 3 dakikasında bile mineyi sitrik asit ataklarından koruyup ve mine demineralizasyonuna karşı belirgin bir direnç sunarken, aynı koruyuculuğun dentin üzerine olan etkisi hakkında bilgi sınırlıdır. Hara ve ark (2006) yaptıkları çalışmalarında 2 saatlik pelikülün dentin yüzeyine uygulanan eroziv ataklara karşı çok az bir direnç gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu durumu dentinin mineye göre daha fazla çözünür olmasıyla ilişkilendirmişlerdir. Pelikülün en az 2 saat veya daha uzun süre olgunlaşmasının beklenmesiyle dentin yüzeyinde daha etkili bir koruyuculuk sağlanabileceği belirtilmiştir [73].

2.3.4. Dentin hassasiyetinin teşhisi

Dentin hassasiyetinin multifaktöriyel etiyolojiye sahip olması ve semptomlarının birçok klinik duruma benzerlik göstermesi teşhisi zorlaştırmaktadır. Dentin hassasiyetinin teşhisinde en fazla sondla muayene (Yeaple sondu), hava-su püskürtme cihazı ile kurutma ve soğuk testleri gibi yöntemler kullanılırken; ısırma testi, perküsyon testi, oklüzyon değerlendirmesi ve anestezi testi gibi yöntemler de ayırıcı tanıda kullanılmaktadır [52]. Teşhis sırasında ayrıntılı sorularla anamnez alınması oldukça önemlidir. Anamnez alınması

sırasında ilk olarak sıcak veya soğuk gıdaların, tatlı gıdaların, ağız solunumunun, öncül temasa bağlı olarak dişlerin birbiriyle temasının kısa süreli, keskin bir ağrıya neden olup olmadığı sorularak hissedilen ağrının tipi belirlenmeye çalışılmalıdır. Klinik muayenede; dişlerin servikal bölgelerinde dentin dokusunun ekspozite olduğu alanlar belirlenmeli, hassasiyet yönünden şüphe uyandıran dişlerde pamukla izolasyon sağlanarak, sond veya hava-su püskürtme cihazı kullanılarak hassasiyet yönünden değerlendirme yapılmalıdır [9]. Ağrı eşiği hastalar arasında değişkenlik gösterebilmektedir. Dolayısıyla aynı şiddetteki ağrı bir kişinin yaşam kalitesini etkilemezken diğer bir kişide ise büyük rahatsızlıklara neden olabilir. Ayrıntılı bir klinik muayene ile DH ile benzer semptomlar gösteren klinik durumlar ve patolojiler elenerek ayırıcı tanı koyulmalıdır. Ayrıca takiben ağız bakımı ve beslenme alışkanlıkları değerlendirilerek gerekli düzenlenmeler yapılmalıdır [52].

Klinik pratiğinde karşılaşılan ağrı durumlarının çoğu dentin hassasiyeti şikayetlerine benzer semptomlar ortaya koyabilmektedirler [67]. Dentin hassasiyetine benzer semptomlar göstererek DH' nin teşhisini zorlaştıran dental patolojiler; çatlak dişler, kırılmış dolgu ve protezler, dolgu veya diş kesimi sonrası ortaya çıkan postoperatif ağrı , çürük, diş kırıkları, kenar uyumu kötü olan restorasyonlar, oklüzal travma, ileri pulpitis evreleri, diş eti çekilmeleri, palatogingival oluklar, diş beyazlatmaları sonrası gelişen hassasiyet ve diş eti iltihabı olarak sıralanabilir [9]. “Çatlak Diş Sendromu” DH ile benzer semptomlar gösteren ve en sık karıştırılan klinik durumdur. Aralıklarla veya devamlı şiddetli bir ağrı ile karakterizedir. Termal uyaranlardan özellikle soğuğa karşı hassasiyet en tipik semptomlarından. Bu tip dişlerde ağrı çiğneme ile başlarken, DH olan dişlerde bu durum çok nadir olarak görülür [52].

2.3.5. Dentin hassasiyetinin tedavisi

Ağrı seviyesinin tespit edilmesinin zor olması ve ağrı eşiğinin kişiden kişiye değişkenlik göstermesi gibi nedenler tedavi şeklinin belirlenmesinde zorluklara neden olmaktadır. Dolayısıyla hastadan ayrıntılı olarak alınan anamnez ile takiben yapılan ayrıntılı bir klinik muayene, doğru tedavi yönteminin oluşturulabilmesi için büyük önem taşımaktadır [1]. DH tanısı konulduktan sonra tedavi planı oluşturulurken izlenmesi gereken basamaklar, hazırlayıcı faktörlerin tespit edilmesi ve ortadan kaldırılması ya da hidrodinamik teori mekanizmasına göre dentin tübüllerindeki sıvı hareketliliğini azaltmak amacıyla tübül girişlerinin tamamen kapatılması ya da örtülmesi olmalıdır [74].

DH tedavisindeki en önemli basamak hassasiyetin oluşumuna neden olan etiyolojik faktörlerin elimine edilmesidir. Eğer DH' nin oluşmasına sebep olan hazırlayıcı faktör eroziv bir lezyon ise; ilk olarak bireyin diyet alışkanlıklarının düzenlenmesi, tükürüğün ağız ortamını yıkama etkinliği artırılması, florürlü veya kalsiyum içerikli sakızlar ile florlu ağız gargaralarının kullanılması hekimin öncelikli uygulamaları arasında yer almalıdır [74-76]. Çeşitli içsel ve dışsal kaynaklar diş yüzeylerinde eroziv aşınmalara neden olabilirler. Dolayısıyla hastadan anamnez alınması sırasında bu konuyla ilgili bilgi edinilmesi çok önemlidir. Eğer dışsal kaynaklı asitlerin eroziv aşınmalara sebep olduğu saptanırsa, hastaya; asitli içeceklerin tüketimini azaltması, bu ürünleri tek seferde tüketmesi, bu tip özelliğe sahip asidik yiyecek ve içeceklerin gece tüketiminden kaçınması ve tüketildikten sonra diş fırçalamanın en az bir saat sonra yapılması önerilmelidir [74]. Gastroözefagal reflü veya regurjitasyon gibi endojen kaynaklı asitlerin dişlerin palatinal yüzeylerinde erozyona yol açtığı tespit edilirse, hasta öncelikle hastalığının tedavisi için tıp doktoruna yönlendirilmeli ve daha sonra palatinal yüzeyleri içine alacak ve bu şekilde dişleri asidik etkilerden koruyacak bir plak yapımı planlanmalıdır [21]. Abrazyona bağlı DH' nin görüldüğü durumlarda ise; dişlerin doğru yöntemle fırçalanması, fırçalamanın düşük aşındırıcı özelliğe sahip diş macunları kullanılarak ve doğru sürede yapılması (en fazla 2 dk.) yönünde hastalar bilgilendirilmelidir [77]. DH' ye sebep olan hazırlayıcı faktör abfraksiyon lezyonu ise; kapanışta öncül temasların olup olmadığı tespit edilmesi ve seçici aşındırmalar yapılarak düzeltilmesi, varsa hasta protezinin tekrar yapılması ve ayrıca bruksizm gibi parafonksiyonel alışkanlıkların engellenmesi için hastaya gece plağı kullanımının önerilmesi gerekmektedir [42].

Tedavi planlaması yapılırken öncelikle, geri döndürülebilir, tehlikesiz, kolay ve ucuz yöntemler göz önünde bulundurulmalıdır. Genellikle, kullanılan ajanların etki mekanizması; dentin tübüllerinin kimyasal veya mekanik blokajı, pulpa ile dentin-odontoblast-sinir terminal kompleksi arasında meydana gelen nosiseptif transdüksiyon/transmisyonu doğrudan durdurarak sinir uyarılmasını baskılama esasına dayanır [78]. Tedavi yöntemleri uygulama esasına göre ev tipi ve klinik tipi, etki mekanizmalarına göre ise dentin kanallarının kaplanması veya tıkanması amacıyla kullanılan ajanlar ve sinir iletimini bloke eden ajanlar olmak üzere ikiye ayrılır [3] (Çizelge 2.2).

Ev tipi dentin hassasiyeti tedavisi

Bu yöntemde; diş macunları, ağız gargaraları ve sakızlardan yararlanılır. Kullanılan materyaller genellikle dentin tübüllerini tıkayarak ya da sinir membranlarını depolarize ederek etkilerini gösterirler.

DH tedavisinde hasta tarafından evde uygulanabilecek bu ürünler diş macunları, gargaralar ve sakızlardır. Hassasiyet giderici diş macunları potasyum tuzları (potasyum nitrat, potasyum klorid, potasyum sitrat), sodyum florid, stronsiyum klorid, dibazik sodyum sitrat, formaldehit, sodyum monoflorofosfat ve stannöz florid gibi çeşitli etken maddeleri içerirler [5]. Diş macunları, içine eklenen sodyum monoflorofosfat, kalay florür ve sodyum florür gibi florür bileşikleri sayesinde remineralizasyonu arttırarak ve açık dentin yüzeyine çökerek dentin tübül ağzlarını tıkarlar [79]. Potasyum tuzları ise, etkilerini dentin tübülleri içerisine penetre olarak ve intradental sinir liflerinin uyarılmasını azaltarak gösterirler [80]. Hassasiyet giderici özellikteki macunlar, yumuşak kıl yapısına sahip fırça ile ve mümkün olduğunca az su ile (macun içerisindeki aktif ajanın seyrelmesini engellemek için) kullanılmalıdır. Potasyum klorit içeren sakızlar ve potasyum sitrat, potasyum nitrat ve sodyum florür içeren gargaralar da DH tedavisinde önerilen ajanlardır [81]. Son dönemlerde DH tedavisinde kullanılmak üzere diş macunları içerisine eklenen arjinin de tedavide başarılı sonuçlar göstermiştir. Üç-dört hafta boyunca evde hastanın kendisi tarafından uygulanan ajanlarla hassasiyet şikayetlerinde azalma yada rahatlama görülmemesi durumunda, klinikte hekimler tarafından uygulanan tedavi yöntemleri denenmelidir [9].

Klinik tipi dentin hassasiyeti tedavisi

Jeller, vernikler, solüsyonlar, rezin içerikli örtücüler, cam iyonomer, adesiv sistemler ve lazerlerden yararlanılır. Bu yöntemde kullanılan materyaller genellikle dentin tübüllerini tıkayarak etki gösterirler.

Dentin hassasiyeti tedavisinde kullanılan ajanlar

Hassasiyet giderici ajan uygulamaları; sıklıkla tercih edilen ve girişimsel olmayan bir tedavi şeklidir. Özellikle, az miktarda gözle görülemeyecek derecede diş sert doku kayıplarının olduğu veya servikal bölgede kök dentininin açığa çıktığı durumlarda, bu tip tedavi yöntemleri tercih edilebilir. Hassasiyet giderici ajanlar veya analjezik tedaviler, dentin

tübüllerinde kimyasal veya mekanik blokaj sağlanması, pulpanın dentin-odontoblast-sinir kompleksi oluşan nosiseptif transdüksiyonun doğrudan durdurulması yoluyla sinir uyarılarını bloke etmeyi amaçlamaktadır [78].

Grosmann, DH tedavisinde tercih edilebilecek ideal bir tedavi ajanının sahip olması gereken özellikleri şöyle sıralamıştır;

- Pulpa dokusuna zararlı etkisinin olmaması,
- Uygulama esnasında hastalarda ağrı oluşturmaması,
- Kolay uygulanması,
- Etkisinin hızlı olması,
- Etkisinin uzun süreli olması,
- Diş dokularında renkleşmeye neden olmaması [82].

Çizelge 2.3. Dentin hassasiyeti tedavisinde kullanılan ajanların sınıflandırılması

-
- | | |
|----|---|
| 1. | Uygulama şekline göre |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Evde uygulanan ajanlar • Klinik ortamında uygulanan ajanlar |
| 2. | Etki mekanizmasına göre |
| | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Sinir iletimini bloke eden ajanlar</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Potasyum nitrat • <i>Dentin tübüllerini örtüleyen veya tıkayan ajanlar</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ İyonlar/tuzlar <ul style="list-style-type: none"> ❖ Fluorür bileşikler <ul style="list-style-type: none"> ✓ Sodyum fluorür ✓ Kalay flüorür ✓ Sodyum monoflorofosfat ✓ İyontoforez ✓ Florosilikatlar ❖ Oksalat bileşikler <ul style="list-style-type: none"> ✓ Potasyum oksalat ✓ Ferrik oksalat ❖ Kalsiyum bileşikler <ul style="list-style-type: none"> ✓ Kalsiyum hidroksit ✓ Kalsiyum fosfat ❖ Bioaktif camlar ❖ Stronsiyum klorid ▪ Protein çökticiler <ul style="list-style-type: none"> ❖ Gluteraldehit ❖ Gümüş nitrat ❖ Pro-Argin ▪ Dentin örtücüler <ul style="list-style-type: none"> ❖ Dentin adesiv sistemler ve restoratif materyaller ▪ Vernikler ve jeller ▪ Lazer uygulamaları ▪ Kortikosteroidler ▪ Ozon ▪ Homeopatik medikasyon ❖ Propolis |
-

Etki mekanizmalarına göre dentin hassasiyeti tedavisinde kullanılan ajanlar

* Sinir iletimini bloke eden ajanlar

* Potasyum nitrat

Potasyum iyonları çözünürlüğü yüksek ajanlardır. Dentin hassasiyeti üzerine etkisini pulpa sinir liflerinin uyarılma derecesini azaltması ile gerçekleştirdiği belirtilmektedir [80]. Fazlaca uygulanan potasyum iyonlarının ekstraselüler potasyum konsantrasyonunu arttırdığı ve böylece sinir membranlarını depolarize ederek ilk olarak sinirlerin uyarılmasını ve takiben aksiyon potansiyeli yayılımında bir blokaj meydana getirdiği belirtilmiştir [83]. Potasyum nitratın dentin hassasiyeti üzerine etkinliğini değerlendirmek için geçmişten günümüze birçok çalışma yapılmıştır. 1974 yılında Hodost' un yaptığı çalışmada potasyum nitrat "üstün duyarsızlaştırıcı" olarak belirtilmiştir [84]. Ancak bu çalışma kontrollü bir çalışma olmadığı için etkinliğini kaybetmiştir. Ardından Tarbet ve ark'nın 1980 yılında yaptıkları kontrollü çalışmada potasyum nitratın dentin hassasiyeti üzerine etkinliğini ortaya koyan kanıta dayalı sonuçlar yayınlanmıştır. Bu kontrollü çalışma sonuçlarına göre %5 oranında potasyum nitrat içeren diş macunu kullanılan grupta kontrol grubuna göre dört haftaya kadar hassasiyetin azaltıldığı belirtilmiştir [85, 86]. Ayrıca %5 ve %10 oranında potasyum nitrat içeren bioadesiv jel uygulamalarının da dentin hassasiyetini azaltmada etkili olduğu bildirilmiştir [81]. Bu çalışmalara göre potasyum nitratın pulpada herhangi bir değişiklik meydana getirmediği bildirilmiştir. Ancak çalışmalarda belirtilen bu sonuçlara rağmen son dönemlerde Cochrane Veri Tabanı Sistematiik incelemesine göre potasyum nitrat içeren diş macunlarının dentin hassasiyeti üzerine etkinliğini destekleyen güçlü kanıtlar bulunamadığı belirtilmektedir [3].

* Dentin tübüllerini örtüleyen veya tıkayan ajanlar

* Florür bileşikleri

Florür bileşikleri içeren ajanlar (Florid) dentin yüzeyine uygulandıkları zaman tübüller içerisinde kalsiyum florid kristalleri oluşturarak dentin permeabilitesini azaltmaktadırlar. Tübüller içerisinde oluşan bu kristal yapıları tükürükte çözünmeye karşı dirençlidirler [4]. DH' yi tedavi etmek amacıyla sodyum florid, kalay florür, sodyum monoflorofosfat,

florosilikatlar ve iyontoforezle kombine floridler gibi birçok formülasyon kullanılabilmektedir.

* Sodyum florid

Açık dentin yüzeyine uygulanan sodyum flüorür, tübüller içerisindeki sıvıyı fosfat ve kalsiyum iyonlarına doymuş hale getirerek tübüllerde kristal yapılarının oluşmasını ve çökmesini ve bu sayede tübüllerin mekanik tıkanmasıyla uyarı iletimlerinin engellenmesini sağlar [50]. Piyasadaki diş macunlarının içeriğinde miktar olarak çoğunlukla % 2 oranında sodyum florid bulunur [4]. Topikal uygulamalarda, sodyum florürün ağız sıvılarına dirençli olmaması dolayısıyla etkisinin sınırlı olduğu bildirilmiştir [87]. Ayrıca tübüller içerisinde oluşan ve çökelen kalsiyum fluorür kristallerinin büyüklüklerinin yeterli olmamasının (0.05 µm) tübüllerde gerekli tıkamayı sağlayamadığı ve birkaç kez uygulama gerektirdiği bildirilmiştir [88].

* Kalay florür

Sodyum flüorürün etki mekanizmasına benzer şekilde tübüller içerisinde kalsiyum fluorür kristallerinin oluşup çökmesiyle tübüllerde tıkanma meydana getirmektedir [6]. Yapılan bir araştırmada %0,4 kalay flüorür ve %0.717 sulandırılmış flüor çözeltisinin kombine uygulanmasında DH şikayetlerinin kısa bir sürede (5 dk) kaybolduğu bildirilmiştir [89]. Ayrıca kalay florür uygulaması sonrası dentin yüzeyinin SEM ile değerlendirildiği bir araştırmada yüzeyde çözünmeyen kristal yapılarının gözlemlendiği bildirilmiştir [90].

* Sodyum monoflorofosfat

Sodyum monoflorofosfat içerikli diş macunlarının DH' de etkili olduğu çalışmalarla gösterilmiştir [91, 92]. Ancak taramalı elektron mikroskobu çalışmalarında sodyum monofosfat uygulanmış dentin yüzeyinde herhangi bir görsel değişiklik gözlenememesi dolayısıyla etki mekanizması belirsizliğini korumaktadır [6].

* Florid İyontoforez

İyontoforez cihazı, elektrik enerjisini kullanarak, florid iyonlarının sert dokulara difüzyonunu artırır ve hidroksiapatit kristallerinin fluoroapatit, kalsiyum iyonlarının ise

kalsiyum florid oluşturmasını sağlar [93]. %2’lik sodyum florür solüsyonu iyontoforez cihazı ile uygulandığında hassas dentin yüzeyinde bulunan tübüllerde florür iyon konsantrasyonu artmaktadır. Bu sayede tübüllerde çökelen CaF_2 , tübüllerde tıkama sağlayarak DH şikayetlerinin azalmasında veya kaybolmasında etkili olmaktadır [94]. Gangarosa, florürün iyontoforez cihazıyla uygulandığı dişlerde DH şikayetlerinin hızlıca azaldığını bildirmiştir [95]. Kern ve ark ise yaptıkları araştırmada benzer şekilde İyontoforez uygulaması sonrası DH şikayetlerinde hızlıca azalma olduğunu ancak şikayetlerin altı ay sonra tekrarladığını bildirmişlerdir [96]. Singal ve ark’ nın yaptıkları klinik çalışmada 50 hastada dentin hassasiyeti bulunan 425 diş tedavi edilmiştir. Birinci grupta iyontoforez cihazı kullanılarak %2 sodyum florür solüsyonu uygulanmış diğer gruba ise hidroksi- etil- metakrilat ve gluteraldehit (HEMA-G) içeren solüsyon uygulanmıştır. Hastalar tedaviden hemen sonra, 2 hafta, 1 ve 3 ay sonra kontrole çağırılmıştır. Tedavi sonunda her iki yöntemin de etkili sonuçlar verdiği saptanmıştır ancak iyontoforez kullanılan grupta bir ay ve üç ayın sonunda daha başarılı sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir [94].

* Florosilikatlar

Florosilikatlar, elektrik akımı yoluyla iyonik difüzyonu arttırabilmek için iyontoforezle kombine kullanılabilirler [32].

* Oksalat bileşikleri

Oksalat bileşiklerinin kalsiyum oksalat kristalleri oluşturarak dentin tübüllerini tıkadığı ve %98 oranında geçirgenliği azalttığı belirtilmektedir [90]. Araştırmalara göre dentin yüzeyine uygulanan oksalat bileşikleri kalsiyum iyonlarıyla reaksiyona girerek tübüller yüzeyinde ve içerisinde çözünmeye dirençli kalsiyum oksalat çökeltileri oluşturarak ve dentin geçirgenliğini azaltarak DH şikayetlerinin azalmasını sağlamaktadır [21, 97, 98]. Ayrıca oksalat içerkli ajanların toksik etkiye ve gastrik irritasyona neden olabildiği dolayısıyla kullanılması sırasında dikkatli olunması gerektiği bildirilmiştir [99].

* Potasyum oksalat

Önal ve ark’ ları araştırmalarında potasyum oksalat içerkli ajanları (BisBlock; Bisco, Schaumburg, IL, USA) dentin tübül girişlerinde kristal yapıların bulunduğunu ve bu

yapıların tübüller boyunca devamlılık gösterdiğini bildirmişlerdir [100]. Erdemir ve ark tarafından yaptıkları klinik araştırmada ise oksalat içerikli ajanların DH şikayetlerini hızlıca azalttığını ve etkisini dört hafta süreyle koruduğunu bildirmişlerdir [101].

* Ferrik oksalat

Etkinliğini dentin tübüllerinde tıkama sağlayarak göstermektedir. Yapılmış bir in vitro araştırmada dentin yüzeyinde ferrik oksalatın potasyum oksalata göre hemen hemen tüm tübül girişlerini tıkayarak kapatacak derecede kristal yapılar meydana getirdiği görülmüştür [102]. Jain ve ark ise %6'lık ferrik oksalat, potasyum oksalat, gluteraldehit ve dentin adezivlerin dentin tübüllerini tıkama derecelerini in vitro olarak değerlendirmişler ve sonuçta %6'lık ferrik oksalatın bütün gruplar içerisinde en dirençli ve tıkama yeteneği en yüksek ajan olduğunu bildirmişlerdir [103].

* Kalsiyum bileşikler

* Kalsiyum hidroksit

Kalsiyum hidroksitin dentin hassasiyeti üzerine etkinliğini gösteren birçok çalışma bildirilmiştir [104-107]. Bildirilen çalışmalara göre kalsiyum iyonları serbest protein radikalleriyle etkileşime girerek, dentin mineralizasyonunu artırarak [106] ve peritübüler dentin oluşumunu artırarak [107] dentin tübüllerinde tıkama meydana getirmesiyle dentin hassasiyeti üzerine etkisinin olduğu belirtilmektedir. Uygulanmasından hemen sonra dentin hassasiyeti üzerinde etkili olduğu belirtilirken diğer yandan etkinliğinin hızla kaybolduğu bildirilmiştir. Dolayısıyla etkisinin sürdürülebilmesi için birden fazla uygulama gerekmektedir [108]. Çalışmalara göre dişetinde olumsuz etkilere neden olabilmesi nedeniyle uygulama sırasında dikkatli olunmalıdır [109].

* Kalsiyum fosfat

İn vitro araştırma sonuçlarına göre kalsiyum fosfat içerikli ajanlar DH üzerine etkinliğini dentin tübüllerini tıkayarak göstermektedir [110, 111]. Geiger ve ark klinik olarak amorf kalsiyum fosfat (ACP) preparatının DH üzerine etkinliğini değerlendirdikleri araştırmada hassasiyetin hızlıca azaldığını ve etkisinin yüz seksen gün boyunca devam ettiğini belirtmişlerdir [112]. Çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre ACP preparatının kalıcılığını

arttırmak için kazein fosfopeptit (CPP) ile kullanılması önerilmektedir. Sütten elde edilen bir protein olan kazein (CPP), ACP' ye tutunup sabitlenmeyi sağlayan fosforil uzantılarına sahiptir. Ortaya çıkan bu bileşim (CPP-ACP) sayesinde kalsiyum fosfat çözünmeye karşı dirençli hale gelmekte ve aşırı doymuş kalsiyum fosfat oluşumu sağlanmaktadır [5]. Ayrıca bu bileşiminin erken mine lezyonlarında remineralizasyon sağladığı [113, 114] ve bu remineralizasyon potansiyeli ile DH tedavisinde etkili bir kullanılabileceği öngörülmektedir [5].

* Biyoaktif camlar

Bioaktif camlar, ortopedi de kullanılan implantların etrafını sararak implant ile kemik dokusu arasında yeni kemik oluşumunu uyarmak amacıyla geliştirilmişlerdir [115]. Diş hekimliğinde ise periodontal cerrahide kemik defektlerinin doldurulması amacıyla kullanılmaya başlanmıştır [116]. Ana bileşeni kalsiyum ve fosfatın çökmesini sağlayan silikadır. Taramalı elektron mikroskobu çalışmalarında, dentin tübüllerinde apatit tabakası oluşturarak tıkama sağladığı gösterilmiştir [44, 117]. Biyoaktif camlar hassasiyet tedavisinde kullanılmak üzere Novamin (Novamin Technology Inc., FL, USA) preparatı şeklinde piyasa girmiştir. Bu ajanın tübüllerde remineralizasyon sağladığı belirtilmektedir [44].

* Stronsiyum klorid

Stronsiyum dentinin yapısındaki kalsiyum ile yer değiştirerek dentin yüzeyinde stronsiyum apatit kristallerinden oluşan bir tortu tabakasının oluşmasıyla tübüllerde tıkama sağlamaktadır. Ayrıca bu tabakanın 20 µm' lik derinliğe kadar ulaşabildiği bildirilmiştir [87].

* Protein çökticiler

* Gluteraldehit

Dentin kanalları içerisindeki serum albümini ile reaksiyona girerek koagülasyon (pıhtılaşma) yoluyla dentin kanallarında tıkama sağlayarak DH üzerine etkinliğini gösterir [118, 119]. Fiksatif etkisinin fazla olması dolayısıyla uygulama sırasında çevre dokularla etkileşiminin engellenmesi için çok iyi bir izolasyon sağlanmalıdır [3]. Dondi dall'Orologio

ve ark' nın araştırma sonuçlarına göre tek doz uygulamanın dentin hassasiyetini altı aya kadar engellediği bildirilmiştir [118]. Dentin tübülleri içerisine invazyonunu arttırabilmek amacıyla hidroksietil metakrilat (HEMA) ile kombine kullanımının daha etkili sonuçlar verdiği belirtilmektedir. Hidrofilik özelliğe sahip olan HEMA, tübüller içerisinde derin rezin uzantılarının oluşturulmasına katkı sağlar [5].

* Gümüş nitrat

Etkinliğini odontoblast uzantıları üzerine protein çökeltirek dentin kanallarını kısmi olarak tıkayarak göstermektedir. Fakat gümüş tuzlarının pulpaya kadar ulaştığı ve pulpada inflamasyon meydana getirdiği belirtilmiştir. Diğer yandan uygulama yüzeyinde renkleşmeye ve diş etinde hasarlara neden olabileceği de bildirilmiştir [120]. Dezavantajları göz önüne alındığında günümüzde çok fazla kullanılsa da geçmişte DH tedavisinde kullanılmıştır.

* Pro-argin

Arginin tükürük içerisinde mevcut olan bir amino asittir. Arginin ile kalsiyum karbonat içerikli proargin teknolojisi ile alakalı yapılan çalışmalarda; fizyolojik pH' da reaksiyona giren arginin ve kalsiyum karbonatın negatif yüke sahip dentin tabakasına yapışarak ve dentin yüzeyinde ve tübüllerinde kalsiyumca zengin tabaka meydana getirip tıkama sağlayarak etki sağladıkları görülmüştür [121, 122]. Kleinberg (2002) fizyolojik pH' da pozitif yüklü bir aminoasit olan arginini bikarbonatla tamponlanmış ve buna kalsiyum kaynağı olarak da kalsiyum karbonat eklemiştir [121]. Elde edilen bu etken maddenin DH' de etkili olduğu birçok araştırmayla desteklenmiştir [123, 124]. Diğer araştırma sonuçlarına göre ise %8 arginin içerikli diş macunları ile potasyum içerikli diş macunları karşılaştırılmış ve uygulamanın hemen ardından dokunma uyarısına karşı arginin içerikli diş macunu üstün bulunurken hava uyarısına karşı her iki macunda benzer etki gösterdiği bildirilmiştir [125, 126].

* Dentin örtücüler

* Dentin adeziv sistemler ve restoratif materyaller

Adeziv sistemler, kısa süreli etkiye sahip diğer duyarsızlaştırıcı ajanlardan farklı olarak daha uzun süreli veya kalıcı etki gösterirler [4]. Dentin adeziv sistemleri ve restoratif materyaller DH üzerine etkilerini dentin tübül girişlerini tamamen örtüleyip uyaranların pulpaya ulaşmasını engelleyerek gösterirler [3]. Adeziv rezinler, dentin yüzeyinde bir hibrit tabaka oluşturarak tübül girişlerini tıkarlar ve oluşan bu tabaka DH' nin azalmasında etkin rol oynar. Dentin yüzeyindeki smear tabakasını ortadan kaldıran geleneksel adezivler, yüzeyde pürüzlendirme ve tübüllerde rezin uzantıları meydana getirirler. Yeni jenerasyon adezivler ise smear tabakasını ortadan kaldırmadan çeşitli değişiklikler meydana getirerek oluşturdukları hibrit tabaka ile tübül girişlerini tıkarlar [5]. Ancak bu ajanların mekanik kuvvetlere dayanıksız olması dolayısıyla ağızda kalma sürelerinin kısa olduğu bildirilmiştir [127]. Erdemir ve ark yaptıkları klinik araştırmada self-etch adesivlerin DH üzerine etkinliği değerlendirilmiş ve uygulaması sonrası etkinin dört hafta boyunca devam ettiği görülmüştür. Bu durumun ajanın içeriğindeki florürden ya da dentin yüzeyinde oluşturulan kalın hibrit tabakanın etkisiyle olabileceği bildirilmiştir [101]. Diğer bir tedavi seçeneği ise girişimsel bir yöntem olan restoratif materyallerin kullanılmasıdır. Genellikle kompozit rezinler ve cam iyonomer içerikli materyaller restorasyon için tercih edilmektedir. Restoratif tedaviler, özellikle servikal bölgede fazla madde kaybının görüldüğü ve diğer tedavi seçeneklerinin etkisiz kaldığı durumlarda tercih edilmektedir [3].

* Vernikler ve jeller

Vernikler diğer ajanların etkisini arttırmaya yardımcı olmak amacıyla kullanılabilirler [128]. Klinik pratiğinde, fluorür vernikler ile %1.23'lük asidüle fosfat florür veya %2'lik nötral fluorür gibi topikal fluorür jelleri dentin hassasiyetinin giderilmesi amacıyla sıklıkla tercih edilmektedirler. Bu ajanların DH üzerine etkisi, fluorür iyonları ile dentin tübülleri içerisindeki sıvıda bulunan kalsiyum iyonları arasında meydana gelen reaksiyon sonucu kalsiyum flüorür (CaF_2) kristallerinin oluşması ve bu kristallerin kanal ağzlarına çökerek hassasiyetin azaltılmasına dayanmaktadır [50]. Oluşan CaF_2 kristallerinin boyutunun küçük olması dolayısıyla tek bir uygulama yapmanın yeterli olmayacağı ve birden fazla uygulama yapmanın gerekli olduğu bildirilmiştir [129].

* Lazer uygulamaları

Lazerler diş hekimliğinde çeşitli dalga boylarında ve farklı yöntemlerle uygulanmaktadır. Günümüzde lazer ile ilgili araştırmalar yapılmakta olup elde edilen sonuçlar sayesinde kullanım alanları da artmaktadır. Lazerin DH üzerine etkisinin açıklanabilmesi için çeşitli teorilerden bahsedilmektedir. Bu teoriler, dentin lenfini buharlaştırarak tübül içinden uzaklaştırılması, sinir iletimini bloke ederek analjezi sağlanması, dentin kanallarında erimeye neden olup yeniden kristalleşmenin görülmesi ve tersiyer dentin oluşumunu indükleyerek tübüllerin tıkanmasıdır. Bu mekanizmaların hepsi birer teoridir. Henüz DH üzerine etkileri netlik kazanmamakla birlikte farklı lazer tiplerinin farklı etkiler meydana getirdiği düşünülmektedir [130].

Dentin hassasiyeti tedavisinde kullanılan lazerler enerji seviyelerine göre düşük güçteki lazerler (He-Ne (Helyum-Neon) Lazer, Ga-Al-As (GalyumAliminyum-Arsenit) (Diyot) Lazer) ve orta güçteki lazerler (Nd: YAG (Neodmiyum: Yitriyum Aliminyum Garnet) Lazer, CO₂ (Karbondioksit) Lazer, Erbiyum Lazerler (Er: YAG ve Er,Cr: YSGG)) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

* Düşük güçteki lazerler

* He-ne (helyum-neon) lazer

DH üzerine etkisi net olarak bilinmemekle birlikte, etki yüzdesi %5,2-100 olarak saptanmıştır. Ancak etkisini periferik A ve C sinir liflerine etki etmeden aksiyon potansiyelini artırarak gösterdiği düşünülmektedir. Mine ve dentinde yapısal olarak herhangi bir değişiklik meydana getirmese de enerjinin bir bölümü pulpa dokusuna ulaşır. Hücrelerde ya da deride herhangi bir hasar veya yanık meydana getirmez [131].

* Ga-al-as (GalyumAliminyum-Arsenit) (diyet) lazer

Dentin hassasiyeti tedavisi için üç farklı dalga boyu (780,830 ve 900 nm) kullanılmıştır. Genel olarak etkinlik yüzdesinin %30-100 aralığında olduğu belirtilmektedir [132]. Bu tip düşük enerjili lazerlerin sinir iletimini baskılayarak analjezik etkiye aracılık ettiği gösterilmiştir. 830 nm dalga boylu lazerlerin kullanımında bu etki C sinir fibrillerinin depolarizasyonu ile sağlandığı belirtilmektedir [131]. Ayrıca odontoblast uyarılmasını

engellediği, irregüler tamir dentini üretimiyle dentin tübül girişlerinde tıkama sağlayarak DH üzerine etki ettiği düşünülmektedir. Mine ya da dentinde yapısal herhangi değişiklik yaratmaz. Ayrıca taşınmasının kolay olması ve düşük maliyetli olması en büyük avantajlarıdır [133].

* Orta güçteki lazerler

* Nd: YAG (Neodimyum: Yitriyum Aliminyum Garnet) lazer

Enerji gücü 0,3 ile 10 W arasında değişmekle birlikte 1 ve 2 W gücünde kullanımı daha yaygındır. Etki yüzdesi %5,2-100 olarak saptanmıştır. C ve Aβ sinir liflerinin akson sonlanmalarında geçici bozulmalara, sodyum pompası mekanizmasında engellemelere ve hücre membran geçirgenliğinde değişikliklere sebep olarak dentin hassasiyetinin giderilmesinde etkili olduğu savunulmaktadır. Ayrıca dentin tübül yapılarının çaplarını küçülterek tıkanma sağladığı da saptanmıştır. Diğer yandan 1.5 W' dan daha düşük güçlerde dentinde erimeye, daha yüksek güçlerde ise kökte çatlamalara ve pulpada hasarlara neden olabilmektedir. Bu yüzden Nd: YAG lazer uygulaması esnasında dentin dokusundaki emilimi artırıp pulpa dokusuna lazer ışınının ulaşmasını engellemek için siyah mürekkep kullanılması önerilmektedir [130].

* CO₂ (karbondioksit) lazer

Dentin hassasiyeti tedavisindeki etkinlik yüzdesi %59,8-100 arasında değişmektedir. Bu lazer tipinin sinir analjezisi yaptığı rapor edilmemiştir. Su molekülleri tarafından yüksek emilim göstermesi dolayısıyla yumuşak dokudaki saçılımı çok azken, aynı şekilde fosfat içerikli sert dokularda da emiliminin yüksek olması dolayısıyla inorganik bileşende ısı birikimi ve erime meydana gelir. Organik bölümde ise karbonizasyon görülür. Yani DH üzerine etkinliğini dentin dokusunda erime oluşturması dolayısıyla tübüllerin tıkanması, dentin permeabilitesinin azaltılması ve dentinde kurumaya sebep olmasıyla göstermektedir [130].

CO₂ ve Nd: YAG lazerlerin dokuda karbonizasyon sonucu erime meydana getirmesi dolayısıyla protein denatürasyonu ile toksik madde ortaya çıkarması, dokularda ısısal olarak morfolojik değişikliklere sebep olması ve pulpada hasarlar oluşturması gibi

dezavantajlarından dolayı DH tedavisine farklı lazer tipleri de bu amaç için kullanılmıştır [134].

* Erbium lazerler (Er: YAG ve Er, Cr:YSGG)

Sudaki emilimi en fazla olan lazerlerdir ve sert doku uygulamalarında sıklıkla tercih edilmektedir. Bu tip lazerler hidroksiapatit kristalleri ve su tarafından fazla miktarda emildiğinden mine, sement ve kemik gibi sert dokuların kaldırılmasında termal hasar meydana getirmezler. Benzer şekilde yumuşak dokularda da su içeriğinin fazla olması termal hasarların meydana gelmesini engellemektedir. Ancak hemostatik açıdan kullanımları sınırlıdır [135].

Er: YAG lazerin su tarafından yüksek absorpsiyonu ve termomekanik emme mekanizması nedeniyle tıbbi ve dental uygulamalarda daha etkili olduğu belirtilmektedir [120, 136]. Su absorpsiyonu CO₂ lazerden 15 kez ve Nd: YAG lazerden 20.000 kez daha fazladır dolayısıyla ısı artışı oldukça azdır ve dokuda hasar oluşturmaz [136]. İşlem sırasında suda fazla emilim göstermesiyle açık dentin tübüllerindeki dentinal sıvı buharlaşır, tübüller içindeki çözünmez tuzlar yer değiştirir ve dolayısıyla tübüllerde tıkanmanın meydana gelmesiyle etki ettiği düşünülmektedir [132]. Dokuda karbonizasyon meydana getirmez [130]. Ayrıca Er: YAG lazerlerin bakterisidal özelliği olduğu da bildirilmiştir [136].

Er, Cr: YSGG lazer; DH üzerine etkisini Er: YAG lazerle aynı mekanizmayla gösterdiği düşünülmektedir [137].

* Kortikosteroidler

Antienflamatuvar etkisi bilinen glukokortikoidlerin, bölgesel uygulamalarla DH' yi azaltacağı düşünülmektedir [138]. Yapılan bir araştırmada, bir glukokortikoid olan prednizolün bölgesel uygulamalarda termal duyarlılığı düşürdüğü fakat histolojik olarak pulpal inflamasyonda herhangi bir değişikliğe neden olmadığı belirtilmiştir [139].

* Propolis

Propolis (bee glue), çeşitli bitki kaynaklarından toplanan reçinemsî bir madde olup arı ürünlerinin en değerlilerinden birisidir [140]. Rezin, temel yağlar ve balmumu karışımından

oluşan propolis içerisinde aminoasit, mineraller, etanol, vitamin A, B, E kompleksi, polen, bioflavonoid bulunmaktadır. Propolisin tübüllerde tıkama sağlayarak etki gösterdiği belirtilmektedir [141]. Propolisin DH tedavisindeki etkisinin asidüle fosfat florürün etki mekanizmasıyla benzer şekilde olduğu bildirilmiştir. Propolis içeriğinin kompleks yapısı dolayısıyla dentin yüzeyi üzerine hassasiyet giderici etkisinin mekanizması tam olarak bilinmemektedir [142].

* Ozon

Ozon üç oksijen atomunun döngüsel yapıda bir araya gelmesiyle oluşan ve doğal olarak bulunan bir gaz bileşiğidir [143]. Diş hekimliğinde, antimikrobiyal, dezenfektan ve doku iyileştirici özellikleri nedeniyle birçok alanda kullanılabilir [144]. DH tedavisinde kullanılan ozonun, smear tabakasını kaldırarak ve dentin tübüllerini açıp çaplarını genişleterek, flor ve kalsiyum iyonlarının dentin tübülleri içerisine daha kolay, derin ve etkili bir şekilde invazyonu sağlayarak ve dentin tübüllerinde tıkanma sağlayıp tübüller içerisindeki sıvı akışını engelleyerek etki ettiği savunulmaktadır [145].

* Cerrahi tedavi

Dişeti çekilmesi kaynaklı DH görülen olgularda periodontal cerrahi işlemler alternatif tedavi seçeneği olarak düşünülebilir. Bu uygulamaların uzun dönem sonuçları halen belirsizliğini korusa da yönlendirilmiş doku rejenerasyonu, koronale pozisyone flep, tünel tekniği, bağ dokusu ve serbest diş eti grefti uygulamaları diş eti çekilmelerinin tedavi edilmesi için tercih edilebilecek işlemlerdir [146].

2.4. Dentin Hassasiyeti Tedavisinde Kullanılan Yöntemlerin İn Vitro Değerlendirilmesi

Günümüze kadar yapılmış birçok çalışma DH tedavisinde kullanılan çeşitli ajan ve yöntemlerin etkinliğini İn vitro yöntemlerle değerlendirmiştir. Genellikle bu tip çalışmalar özellikle plasebo etkisi ve ağrının subjektif özelliği gibi kontrol edilemeyen ve sonuç verilerini etkileyen değişkenlerin ortadan kaldırılması yönünde avantaj sağlamaktadır [147, 148].

İn vitro çalışmalar genellikle dentin dokusunun yüzey özelliklerini değerlendirmektedir. Bu tip çalışmalar için, stereomikroskop, SEM (taramalı elektron mikroskobu), TEM

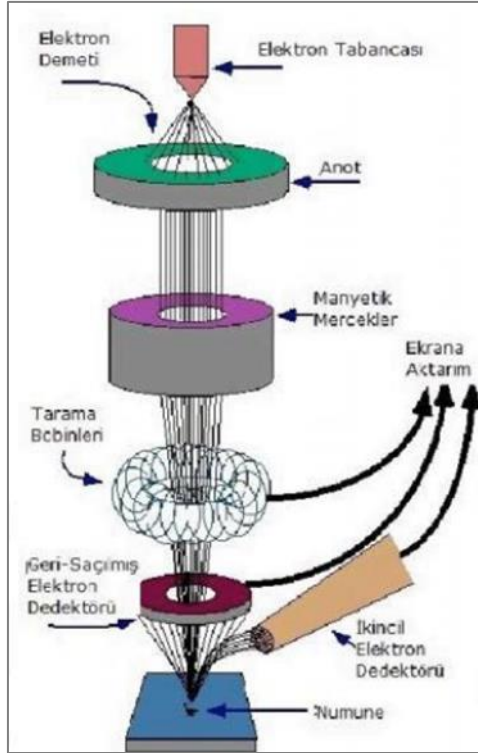
(transmisyon elektron mikroskobu), lazer taramalı konfokal mikroskopi, izole sinir liflerinde iletimin kaydedilmesi, hidrolik iletkenlik (sıvı filtrasyon), SEM-EDS, FTIR ve AFM (atomik kuvvet mikroskobu) dahil olmak üzere birçok yöntem kullanılmaktadır [149].

2.4.1. Stereomikroskop

Stereomikroskop (“stereo zoom mikroskop”, “stereoskopik mikroskop” veya “diseksiyon mikroskobu”) Test edilen numunenin içinden geçen ışık yerine yüzeyinden yansıtılan ışığı kullanarak düşük büyütme gözlemi için tasarlanmış bir optik mikroskop çeşididir. Stereoskopik mikroskop, sol ve sağ gözlere birbirinden biraz farklı görüş açıları sağlamak için iki objektif ve oküler aracılığı ile iki ayrı optik yol kullanır. Bu düzen, karmaşık yüzey topografyasına sahip katı numunelerin kaydedilip incelenmesi için 3D (üç boyutlu) görsel oluşturulmasını sağlar [150].

2.4.2. Taramalı elektron mikroskobu (SEM)

Taramalı elektron mikroskobu veya SEM (scanning electron microscope), odaklanmış bir elektron demeti ile numune yüzeyini tarayarak görüntü elde eden bir elektron mikroskobu tipidir. Elektronlar, incelenen örnekteki atomlarla etkileşime girerek örnek yüzeyindeki yapı ve dizilim hakkında bilgiler içeren çeşitli sinyaller üretir [151]. Optik kolon, örnek hücresi ve görüntüleme sistemi olmak üzere 3 ana kısımdan oluşur. Optik kolon kısmı, elektron demetinin kaynağı olan elektron tabancası, elektronları örneğe doğru hızlandırmak için yüksek gerilimin uygulandığı anot plakası, ince elektron demeti elde etmek amacıyla yoğunlaştırıcı mercekler, demeti örnek üzerinde odaklamak için objektif merceği, objektif merceğe bağlı parçalar ve elektron demetinin örnek yüzeyini taraması amacıyla tarama bobinleri içermektedir.



Şekil 2.4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) çalışma prensibi [152]

SEM cihazı kullanılarak test edilen numunenin morfolojisi, element veya bileşik yapısı, yüzey özellikleri ve hatta atom dizilişini inceleyebilmek mümkündür [153]. Elektron demetini farklı nanometrelerde odaklayarak oluşturulan görüntüleri çeşitli büyütme (20x-10.000x ve üstü) ayrıntılı olarak incelemeyi sağlar.

SEM cihazının çalışma prensibi, elektron ışınının numune yüzeyini tarayarak farklı sinyaller oluşturmaları ve bu sinyallerin bir dedektör (sekonder elektron veya geri saçılmış) tarafından toplanması esasına dayanır [154]. Bu teknikte ışık kullanılmaması dolayısıyla incelenen numunenin rengi elde edilen görüntüyü etkilemez. Bu özelliği sayesinde diş hekimliğinde oldukça yaygın kullanılmaktadır [155].

Dentin hassasiyeti çalışmalarında, genellikle SEM’ de incelenmek üzere çekilmiş dişlerden elde edilen dentin örneklerinden yararlanılmaktadır [102, 156]. Amaç elde edilen dentin örneklerinin yüzeyindeki depozitleri ve tübül yapılarını görüntülemek ve test edilen ajanların tübül örtme etkinliğini, açık, yarı açık ve kapalı tübül sayılarını hesaplayarak değerlendirmektir [156].

Dentin örnekleri sabitlenerek kurutulabildiği için, yüksek vakum modu görüntülerin elde edilmesinde en sık kullanılan yöntemdir. Bu yöntemde yüksek çözünürlüklü görüntüler kaydedebilmek için örneklerin iletken olması büyük önem taşır. Dentin örnekleri ve test edilen dental materyallerin iletken özelliğe sahip olmaması dolayısıyla yüzeyin görüntülenebilmesi için incelemenden önce örneklerin iletken bir malzeme ile kaplanması gerekir. Örneklerin yüzeyleri genellikle altın (Au), platin (Pt), altın-paladyum (Au/Pd) alaşımı ve bazı durumlarda karbon (C) ile kaplanarak iletken hale getirilmelidir [155]. Bu kaplama işlemi “sputter coating” veya “sputtering” olarak isimlendirilmektedir. Kaplama işlemi sırasında, kısmi vakum altında, katot ve anot arasındaki yüksek voltaj alanında argon gazı molekülleri iyonize olur, pozitif yüke sahip argon iyonları hızlanarak kaplama metalinin oluşturduğu katota doğru yönelir, argon iyonları katota “etching” yaparak negatif yüke sahip metal atomlarını örneğin üzerinde bulunduğu anoda doğru hızlandırır ve görüntü elde edilir. Kaplama işlemi sonrası elde edilen kalınlık genellikle 100 Angström kadardır. Kaplama materyalinin örnek yüzeyinde kümeleşmemesine dikkat edilmelidir [157]. Sputter coating işleminin tek dezavantajı örneğin ısı sebebiyle zarar görme ihtimalinin olmasıdır ancak yeni nesil cihazlarda çeşitli aygıtlarla bu dezavantajın önüne geçilmiştir [157].

2.4.3. Transmisyon elektron mikroskobu (TEM)

SEM ile aynı çalışma prensibine sahiptir. SEM’ de numune yüzeyinden saçılan elektronlar toplanarak görüntü elde edilirken, TEM’ de numunenin içinden geçen elektronlar toplanarak görüntü elde edilir. TEM’ de incelenecek örneklerin çok ince kesitler (40-90 nm) halinde hazırlanması gerekmektedir. Bu yüzden incelenecek örnekler sert bir epoksi ortamına gömülür ve kesitler cam veya elmas bir bıçakla kesilerek elde edilir. TEM kullanılarak örnekler birkaç angströme (10-10 m) kadar yakınlaştırılabilir. Dolayısıyla bir hücre veya herhangi bir malzeme için, atomik boyutlarda çalışma imkânı sağlar [158].

2.4.4. Lazer taramalı konfokal mikroskobu

Lazer taramalı konfokal mikroskobu, fokal düzlemden (odak düzlem; bir kaynaktan ısı veya ışık yayılan ışınların toplandığı düzlem) daha kalın örneklerdeki odak dışı ışığı/parlaklığı ortadan kaldırmak için uzaysal filtrelemeyi kullanarak kontrastı artırmak ve üç boyutlu görüntüyü oluşturmak için kullanılan optik görüntüleme tekniğidir. Lazer ışınlarının ve bilgisayarın birleştirilmesiyle elde edilen görüntünün değerlendirilmesi ve üç boyutlu

görüntülerle hücre içi çalışmaları ortaya koyan bir mikroskop türü şeklinde de tanımlanabilir [159].

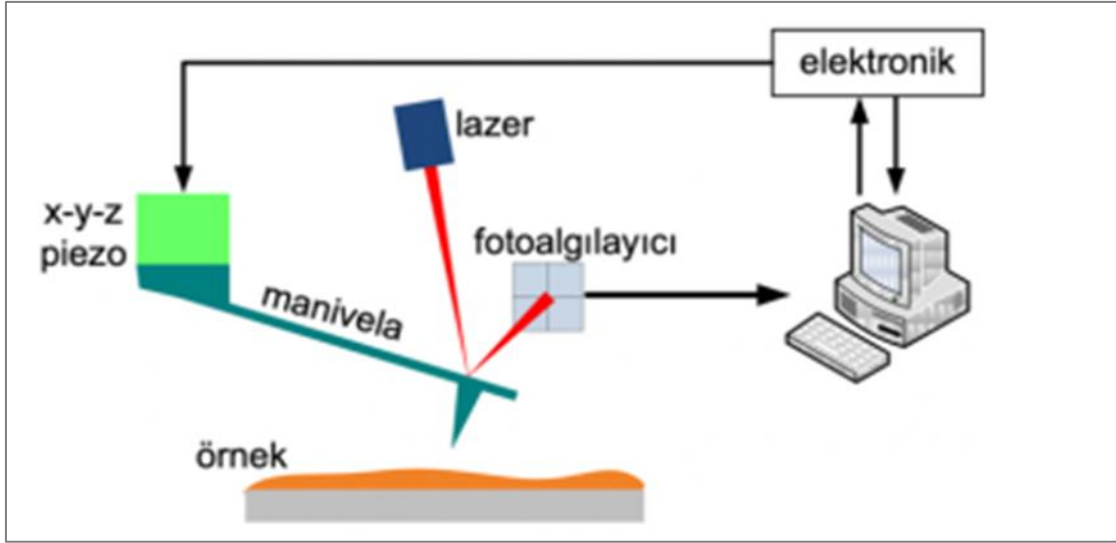
Konfokal mikroskopların çoğu görüntüyü ya örnekten ışığı yansıtarak ya da örneğe uygulanan boyalardaki (Rodamin B) floresanları uyararak oluşturmaktadır. Düşük büyütmelerde floresan maddelerin de sağladığı görüş kolaylığından yararlanılarak geniş bir alanın değerlendirilmesine izin verir. Görüntüleme için özel ek uygulamalar gerektirmez dolayısıyla örnekler herhangi bir hasara uğramadan üç boyutlu görüntü elde edilmesine olanak sağlar [160].

Dentin hassasiyeti tedavisinde test edilen ajanların penetrasyon derinliğinin incelenmesinde bu mikroskop tipinden yararlanılabilmektedir [160].

2.4.5. Atomik kuvvet mikroskobu (AFM)

Atomik kuvvet mikroskobu (AFM) ya da taramalı kuvvet mikroskobu çok yüksek çözünürlüklü bir taramalı kuvvet mikroskobudur ve nano ölçekte doğal biyomoleküllerin yüzey topografisinin belirlenmesi için kullanılan en etkili araçlardan biridir. Ulaşılmış çözünürlük birkaç nanometre ölçeğinde olup optik tekniklerden en az 1000 kat fazladır. Genellikle incelenen örneklerin yüzey yapısını değerlendirmek amacıyla kullanılır [161].

AFM' nin çalışma prensibi esas olarak mekanik bir ucun örnek yüzeyini algılaması esasına dayanır. Elektronik kumanda üzerinde bulunan, küçük fakat hassas hareketleri sağlayan piezoelektrik öğeler, doğruluğu kesin ve hassas bir tarama sağlar. AFM esnek bir maniveladan (kaldıraç) ve buna bağlı sivri bir uçtan (yüzeyi taramak için kullanılan) oluşur. Manivela genellikle 100-400 μ uzunluğa, silikon (Si) ya da silikon nitrit (Si_3N_4) yapısına ve dikdörtgen veya üçgen geometriye sahiptir [162-164]. Sivri uçlar manivelanın ucunda bulunur, genellikle uç çapı 10 nm ve uzunluğu 2 μ kadardır ve şekil, boyut ve keskinlik bakımından farklılık gösterir [161-163]. Manivela/uç gövdesi, kolu belirli bir frekansta titretebilen piezoseramik elemanlı özel bir konsol tutucuya bağlıdır [163].



Şekil 2.5. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM) çalışma prensibi [165]

Ölçüm sırasında uç kısım, numune yüzeyine yakın bir mesafeye getirilir ve uç ile yüzey arasındaki kuvvetler manivelanın bükülmesine neden olur. Genellikle maniveladaki bükülme, manivelanın bir ucundan dedektöre (bir dizi fotodiyot) yansıtılan bir lazer ışını sayesinde ölçülür [162]. Ölçülen sinyaller geri besleme paneline aktarılır, işlenir ve piezoyu geri çekmek veya uzatmak için kullanılan bir voltaja dönüştürülür. Piezonun hareketi, deneysel nesnenin veya manivelanın konumunu değiştirmek için kullanılır. Bu taramadan elde edilen verileri dönüştürmek ve analiz etmek için özel bir yazılım kullanılır ve incelenen yüzeyin iki ve üç boyutlu görüntüsü elde edilir [162].

İncelemeler sırasında yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilebilmesi için başlıca iki parametre kullanılır;

Ra değeri (yüzey pürüzlülüğünün aritmetik ortalama değeri) ortalama pürüzlülüğü belirtir ve ölçüm uzunluğundaki merkez çizgisinden yüzey vadilerinin ve tepe noktalarının aritmetik ortalama sapması olarak tanımlanır.

Rq değeri (ortalama dentin alan pürüzlülüğü) değerlendirme uzunluğu veya alanı içinde alınan ve ortalama doğrusal yüzeyden ölçülen yükseklik sapmalarının ortalamasıdır. Rq, Ra' ya karşılık gelen RMS parametresidir [166].

AFM diş hekimliğinde dentin örnekleri gibi numune yüzeylerinin ve yapılarının topografik, mekanik ve biyomekanik özelliklerini nicel olarak araştırmak için bir nanokarakterizasyon

aracı olarak kullanılmaktadır [167]. Dentin hassasiyeti tedavisine yönelik *in vitro* çalışmalarda kullanılan dentin örneklerinin yüzey görüntülerinin elde edilmesi ve dentin yüzeylerine uygulanan test ajanlarının neden olduğu değişiklikleri görüntülemek için sıklıkla kullanılan bir yöntemdir [168-170]. Ayrıca dentin yapısındaki peritübüler dentin ve intertübüler dentinin pürüzlülüğünü ve elastikiyetini ölçerek dentin örneklerinin pürüzlülüğünün, kimyasının ve mekanik özelliklerinin değerlendirilmesine imkân sağlar [171, 172].



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada dentin parçalarının elde edilmesi için, periodontal hastalık geçirmemiş ve ataşman kaybı bulunmayan, ortodontik nedenli çekim endikasyonu bulunan 80 adet premolar diş kullanıldı. Hastalar ilk olarak çekimi yapılacak dişleri ile ilgili bilgilendirilip hasta onam formu imzalatıldı. Çalışma protokolü Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylandı (Etik Kurul Onay Tarihi: 24/09/2020 Karar No: GÜDHKA EK. 2020.20/3).

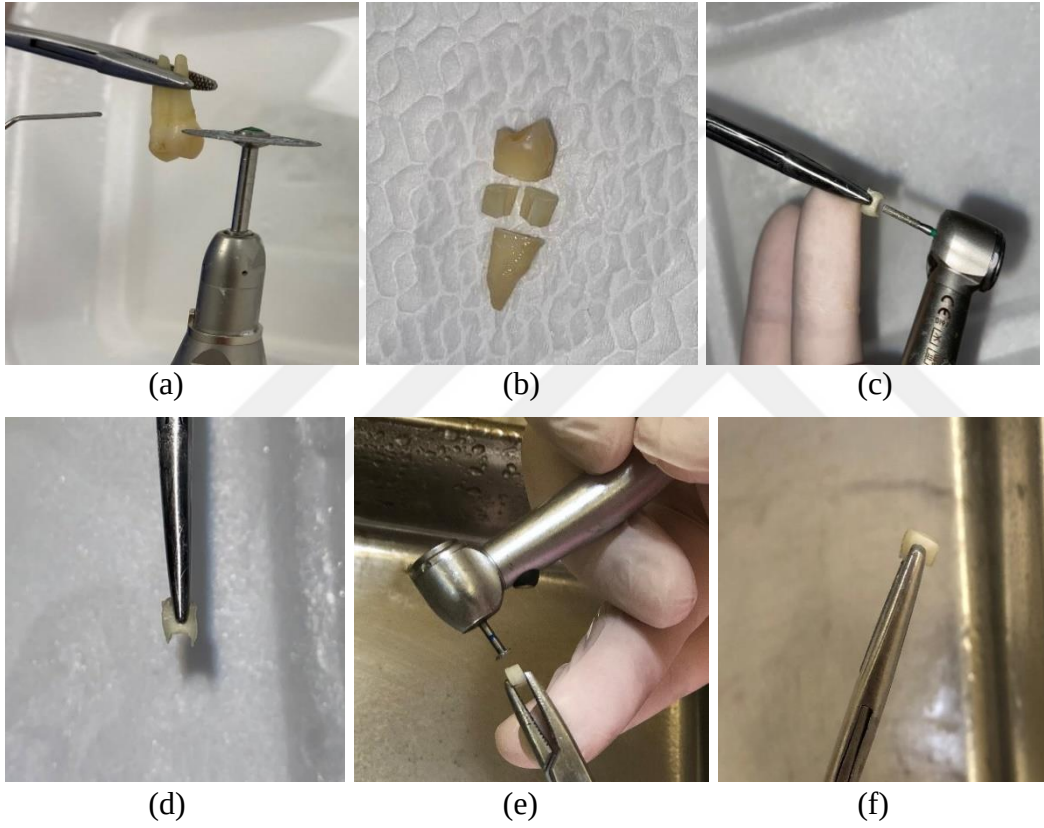
3.1. Örnek Sayısının Belirlenmesi

Çalışmada yeterli örnek hacminin belirlenmesi aşamasında GPOWER 3.1 paket programı kullanıldı. Örnek hacmi hesaplanırken, testin gücü $(1-\beta) = 0.80$ alınmıştır ve etki büyüklüğü (effect size) = 0,3905411 olarak hesaplandı. Hesaplamalar neticesinde testin gücü $(1-\beta) = 0.80$ 'i sağlayacak örnek hacmi her grupta en az 13 örnek olmak üzere toplamda 104 örnek olarak belirlendi.

3.2. Dentin Parçalarının Hazırlanması

Çekilen dişler, diş yüzeyinde herhangi bir çürük, çatlak veya kırık olmaması için öncelikle Lercher 2,8x420 büyütme büyüteçli gözlükle (loop) ayrıntılı olarak incelendi ve kullanılana kadar %10 formalin solüsyonunda bekletildi. Çalışma için uygun olan dişlerden 3 mm kalınlığında, dişlerin kronları ve kökün apikal üçlüsü kesilerek çıkartıldıktan sonra kalan kısımdan, su soğutması altında ve diş ünitesine takılan döner el aletleri üzerindeki elmas separeler kullanılarak disk şeklinde dentin parçaları elde edildi. Ardından dentin parçaları ikiye bölünerek uygulamaların yapılacağı örnekler oluşturuldu. SEM incelemesi için kullanılacak dentin örneklerinde uygulama yapılacak alanın sınırlarını belirlemek, sement tabakasını yüzeyden kaldırmak ve inceleme sırasında hata payını ortadan kaldırmak için her örneğin ortasına elmas fissür frez ile 3x3x1 mm boyutunda kaviteler açıldı. AFM incelemesi için kullanılacak örneklerde ise, inceleme yüzeyinde sadece sement tabakasını kaldırmak amacıyla dentin yüzeyinde aşındırma yapılarak düz bir alan elde edilmiş ve inceleme sırasında yanılma payını ortadan kaldırmak için incelenecek yüzeyin karşıt yüzeyine fissür frezle küçük çentikler oluşturuldu. İşlemlerin ardından elde edilen örnekler uygulama yapılana kadar serum fizyolojikte bekletildi. Takiben, test edilecek ajanların

uygulanmasından önce kavite açma sırasında oluşan smear tabakasını uzaklaştırmak ve dentin tübül ağızlarının açılmasını sağlamak için dentin parçaları 1 dakika boyunca %17' lik ethylenediaminetetraasetik asit (EDTA) (Ultradent ürünleri, ABD) solüsyonunda bekletildi. 1 dakikanın sonunda örnekler 10 sn. distile su ile durulanıp 5 sn. hava ile kurutuldu. Elde edilen 104 adet dentin örneği SEM incelemesi için, 8 adet dentin örneği ise AFM incelemesi için kullanıldı. SEM incelemesi için kullanılacak örnekler her grupta 13 dentin örneği olacak şekilde rastgele 8 gruba bölündü.



Resim 3.1. a) Su soğutması altında dişin elmas separe ile kesilmesi, b) Dentin parçalarının hazırlanması, c) SEM incelemesi için hazırlanan örneklere kavite açılması, d) Örnek yüzeylerine 3x3x1 mm boyutunda hazırlanmış kavite, e) AFM incelemesi için dentin örneklerinde düz yüzeylerin oluşturulması, f) AFM incelemesi için düz yüzey oluşturulmuş dentin örneği

3.3. Yapay Tükürüğün Hazırlanması

Test edilecek ajanlar dentin parçalarına uygulandıktan sonra ağız ortamını taklit edebilmek amacıyla yapay tükürükte bekletildi. Bileşikler (1,5 mmol/l CaCl_2 , 50 mmol/l KCl , 0,9 mmol/l KH_2PO_4 ve 20 mmol/l Tris , pH 7,4) yüzdeleri dikkate alınarak hassas terazide tartılıp

üzerine 1 litreye kadar distile su ilave edildi. Eklenen bileşikler su içerisinde çözünene kadar karıştırıldı. Karışım hazırlandıktan sonra pH değeri 7,4 olacak şekilde ayarlandı.

3.4. Çalışma Grupları ve Dentin Parçalarına Hassasiyet Giderici Ajanların Uygulanması

Çalışmada kalsiyum fosfat içerikli ajan olarak Teethmate (Kuraray Noritake Dental Inc., Tokyo, Japan) ile siyanoakrilat içerikli ajan olarak ise PeriAcryl ajanı (Glustitch Inc., Canada) kullanılmıştır. Dentin örneklerinin deney gruplarına göre dağılımı, uygulanacak işlem ve yapılacak incelemeler ile grupların uygulama günlerine göre dağılımı Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2’ de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Dentin örneklerinin deney gruplarına göre dağılımı, uygulanacak işlem ve yapılacak incelemeler

GRUP	Örnek sayısı	Uygulanacak işlem	İnceleme
Grup 1 (G1)	13+1	3 katman kalsiyum fosfat	SEM+AFM
Grup 2 (G2)	13+1	2 katman kalsiyum fosfat	SEM+AFM
Grup 3 (G3)	13+1	İmmediyat 1 katman kalsiyum fosfat	SEM+AFM
Grup 4 (G4)	13+1	İmmediyat 1 katman kalsiyum fosfat + Siyanoakrilat	SEM+AFM
Grup 5 (G5)	13+1	İmmediyat 3 katman kalsiyum fosfat	SEM+AFM
Grup 6 (G6)	13+1	İmmediyat 2 katman kalsiyum fosfat	SEM+AFM
Grup 7 (G7)	13+1	Siyanoakrilat	SEM+AFM
Grup 8 (G8)	13+1	Herhangi bir ajan uygulanmayan grup	SEM+AFM

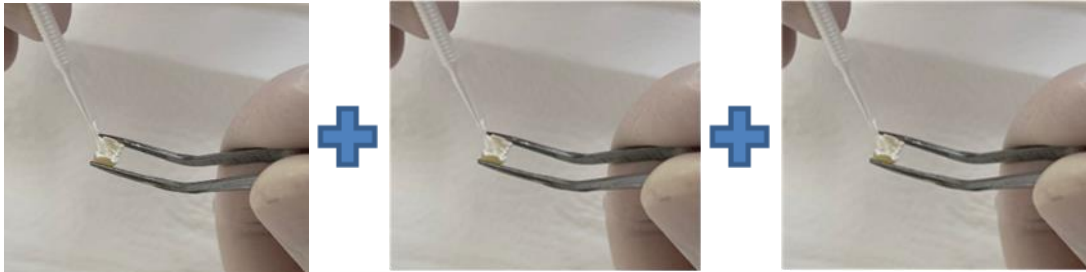
Çizelge 3.2. Grupların uygulama günlerine göre dağılımı

GRUP	-14. GÜN	-7.GÜN	-24 SAAT	0. GÜN İNCELEME
G1	+	+	+	AFM+SEM
G2	-	+	+	AFM+SEM
G3	-	-	+	AFM+SEM
G4	-	-	+	AFM+SEM
G5	-	-	+	AFM+SEM
G6	-	-	+	AFM+SEM
G7	-	-	+	AFM+SEM
G8	-	-	-	AFM+SEM



Resim 3.2. Teethmate ve PeriAcryl

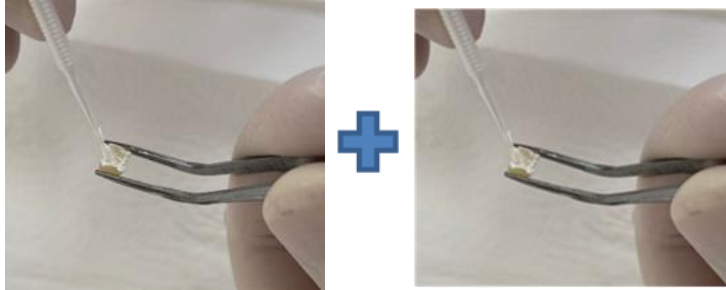
Grup 1 (G1): Bu grup için elde edilen dentin parçalarına kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulandı. Üretici firmanın talimatları dikkate alınarak, paket içerisinde çıkan karıştırma kabına ölçü kaşığına belirtilen miktarda toz ve 2 damla solüsyon koyuldu, 15 sn boyunca yarı katı hale gelene kadar karıştırıldı ve yine paket içerisinde çıkan tek kullanımlık fırça ile örnek yüzeylerine uygulandı. Hazırlanan pat yaklaşık 30 sn boyunca dairesel hareketler ile her bir dentin parçasına tek katman olacak şekilde uygulandı. Aynı işlem 7 ve 14 gün sonra bu grup içerisindeki her bir dentin parçasına yeniden uygulandı. Uygulamalar arasındaki dönemde dentin parçaları yapay tükürük içerisinde muhafaza edildi. Son uygulamadan 24 saat sonra preparatlar incelendi.



Resim 3.3. 0. gün, 7. gün ve 14. gün kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulaması

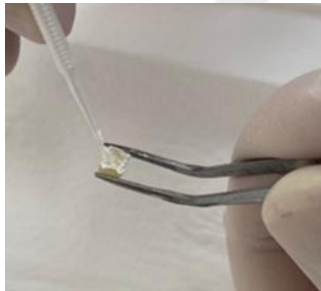
Grup 2 (G2): Bu grup için elde edilen dentin parçalarına grup 1 de ayrıntılı olarak anlatıldığı şekliyle kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulandı. Uygulamadan 7 gün sonra aynı işlem

tekrarlandı. Uygulamalar arası dönemde dentin parçaları yapay tükürük içerisinde bekletildi. Son uygulamadan 24 saat sonra dentin parçaları incelemeye alındı.



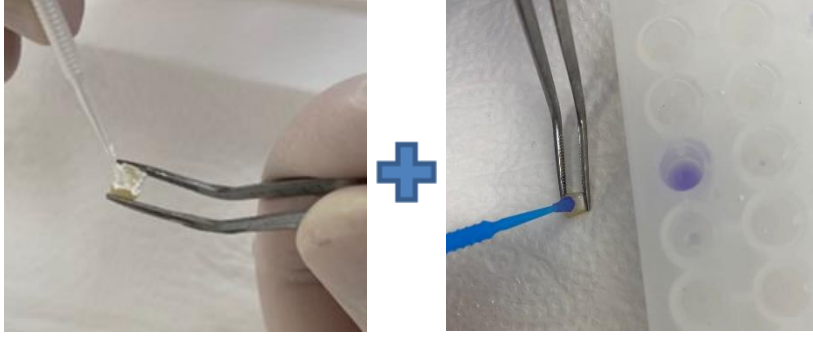
Resim 3.4. 0. gün ve 7. gün kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulaması

Grup 3 (G3): Bu grup için elde edilen dentin parçalarına grup 1 de ayrıntılı olarak anlatıldığı şekliyle tek katman kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulandı. Uygulamadan 24 saat sonra dentin parçaları incelemeye alındı. Dentin parçaları incelemeye kadar 24 saat yapay tükürükte bekletildi.



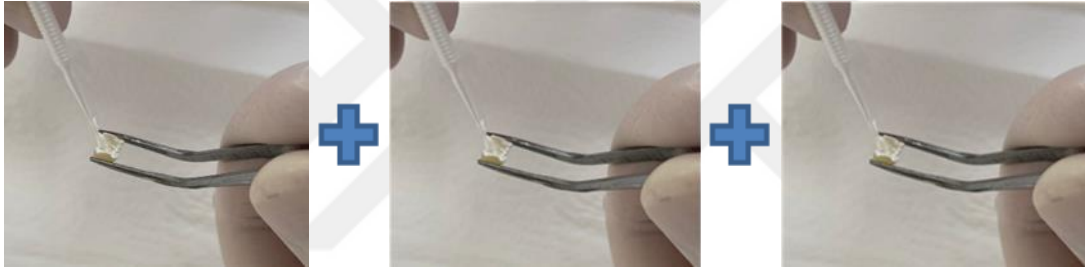
Resim 3.5. Tek kat kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulaması

Grup 4 (G4): Bu grup için elde edilen dentin parçalarına grup 1 de ayrıntılı olarak anlatıldığı şekliyle tek katman kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulandıktan sonra tek kullanımlık fırça ile tek katman siyanoakrilat uygulandı. Preparat yüzeyindeki siyanoakrilat kuruyunca dentin parçaları incelemeye kadar 24 saat yapay tükürükte bekletildi.



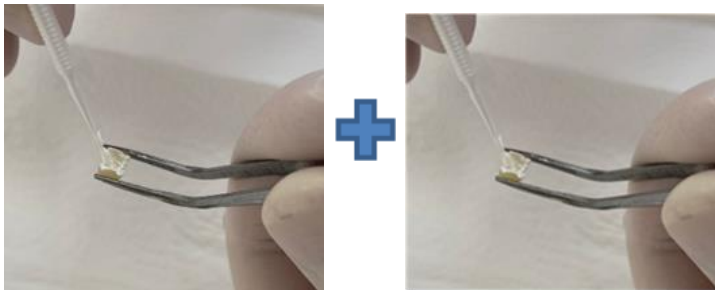
Resim 3.6. Kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulamasını takiben siyanoakrilat uygulaması

Grup 5 (G5): Bu grupta bulunan dentin parçalarına 3 katman kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulandı. Uygulamadan 24 saat sonra dentin parçaları incelemeye alınmıştır. Dentin parçaları incelemeye kadar 24 saat yapay tükürükte bekletildi.



Resim 3.7. 0. Gün 3 kat kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulaması

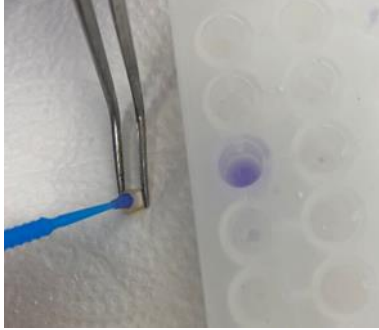
Grup 6 (G6): Bu grupta bulunan dentin parçalarına 2 katman kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulandı. Uygulamadan 24 saat sonra dentin parçaları incelemeye alınmıştır. Dentin parçaları incelemeye kadar 24 saat yapay tükürükte bekletildi.



Resim 3.8. 0. gün 2 kat kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulaması

Grup 7 (G7): Bu grupta bulunan dentin parçalarına tek katman siyanoakrilat uygulandı. Siyanoakrilat ince bir tabaka şeklinde tek kullanımlık fırça ile dentin parçalarına uygulandı

ve örnekler kurumaya bırakıldı. Kuruyan örnekler incelemeye kadar 24 saat yapay tükürükte bekletildi.



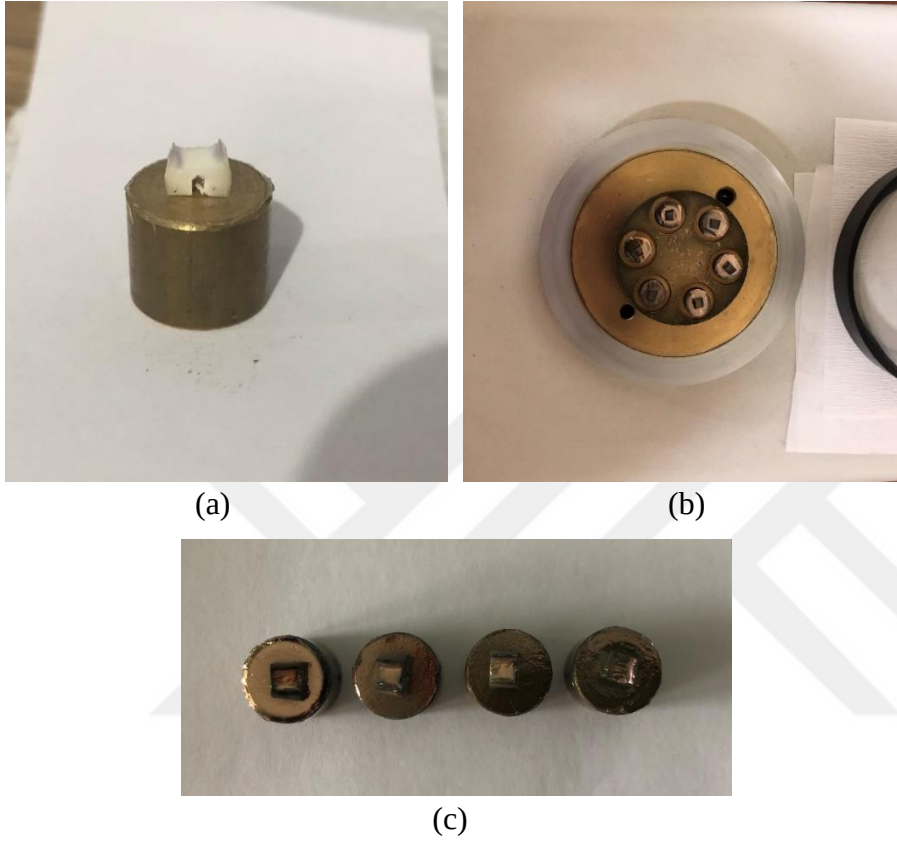
Resim 3.9. Tek kat siyanoakrilat uygulaması

Grup 8 (G8): Bu gruptaki dentin parçalarına herhangi bir ajan uygulanmadı.

3.5. SEM İncelemeleri

Uygulama sonrası dentin örnekleri 24 saat kurumaya bırakıldı. Uygulanan ajanların dentin yüzeyinde ve dentin tübülleri içerisinde oluşturdukları morfolojik değişikliklerin görüntülenmesi ve nicel değerlendirmenin yapılabilmesi amacıyla örnekler SEM cihazıyla (JSM-6060LV, JEOL, Japonya) incelendi. Hazırlanan örnekler çift taraflı bant yardımıyla örnek tutuculara teker teker yapıştırılarak dentin yüzeylerinin kaplanması için iyon püskürtme cihazına (Polaron, SC502 Sputter Coater, İtalya) yerleştirildi. Daha sonra 2 mbr/Pa basınçta, 10 mA güçte, 120 sn. boyunca ince bir tabaka altın ile kaplandı. Kaplanan örnekler SEM cihazında incelenmek üzere 15 kV ve 10 kV ivme voltajında, sıfır derece eğim açısında ve 11 mm çalışma mesafesinde incelendi. Her örnekten 600x, 1000x ve 2000x büyütmelerde görüntüler elde edildi. Elde edilen mikrofotografılar üzerinde Image J programı kullanılarak hesaplamalar yapıldı [173]. Dentin tübülleri ve dışı arasındaki gri piksel yoğunluk farkından yararlanılarak açık tübüller tespit edildi ve programın ölçüm barı kullanılarak hesaplamalar yapıldı [174]. Tüm morfometrik ölçümler tek araştırmacı tarafından yapıldı. Çalışma 8 grupta toplam 104 adet dentin örneği üzerinde tamamlandı. Her biri 13 örnek içerecek şekilde 8 grup SEM’ de incelenmek üzere; aralıklarla üç katman kalsiyum fosfat uygulanmış örnek grubu G1, aralıklarla iki katman kalsiyum fosfat uygulanmış örnek grubu G2, immediyat bir katman kalsiyum fosfat uygulanmış örnek grubu G3, immediyat bir katman kalsiyum fosfat + siyanoakrilat uygulanmış örnek grubu G4,

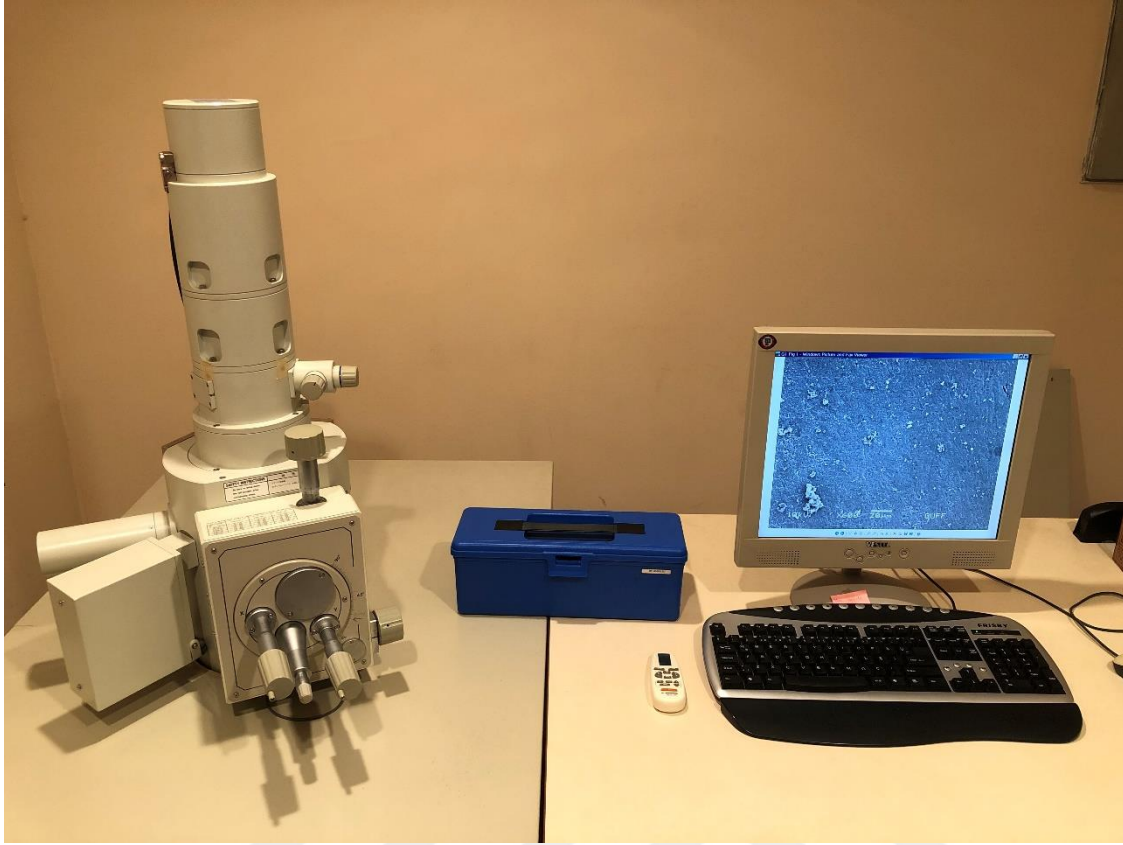
immediyat üç katman kalsiyum fosfat uygulanmış örnek grubu G5, immediyat iki katman kalsiyum fosfat uygulanmış örnek grubu G6, siyanoakrilat uygulanmış örnek grubu G7 ve hiçbir ajan uygulanmamış örnek grubu ise G8 olarak kodlandı.



Resim 3.10. a) Hazırlanan dentin parçalarının tutuculara yerleştirilmesi, b) İyon püskürtme cihazına yerleştirilen örneklerin altın ile kaplanması, c) Altın ile kaplanmış dentin parçaları



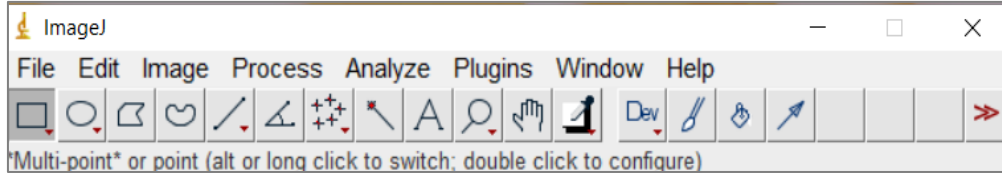
Resim 3.11. İyon püskürtme cihazı



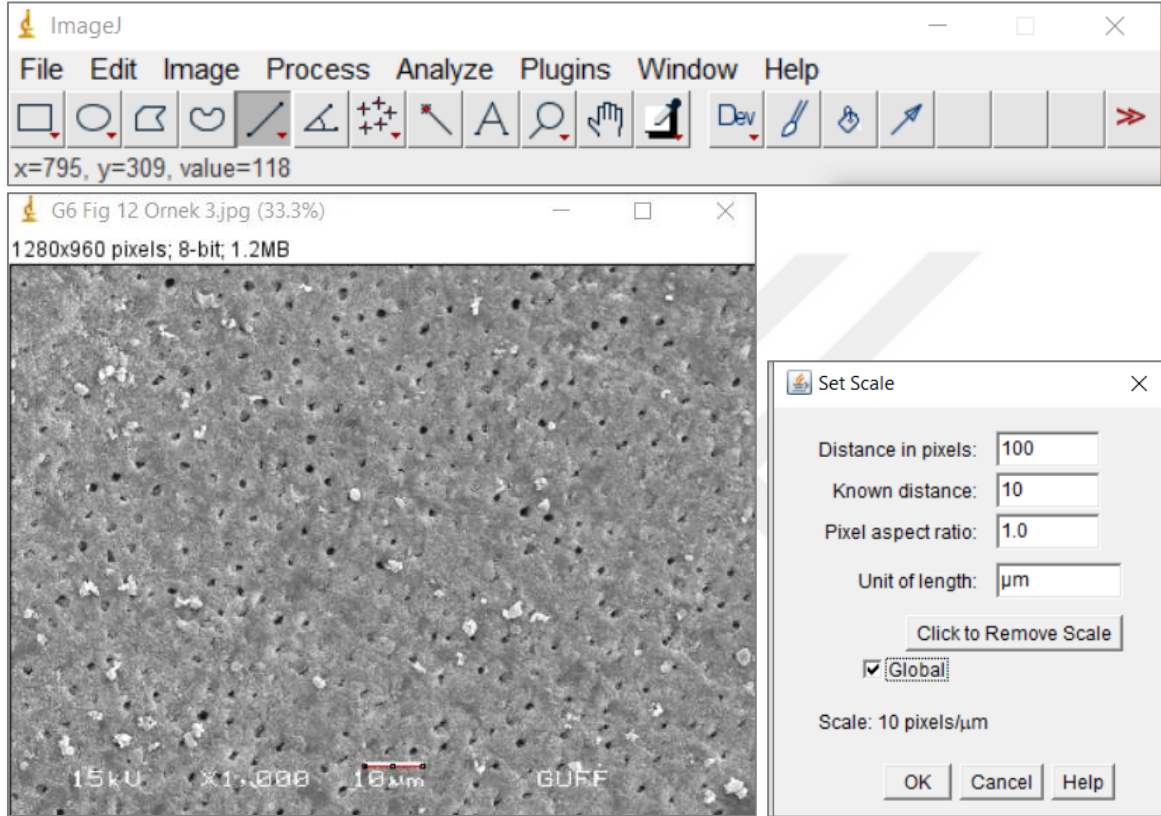
Resim 3.12. SEM cihazı

3.5.1. Nicel değerlendirme

Nicel değerlendirme yapılırken Image J programı kullanılarak mikrofotograflar üzerinden sayısal değerler elde edildi. Mikrofotograflar programa yüklendikten sonra ölçüm barı kullanılarak açıkta kalan tübül sayısının, açık dentin tübüllerinin çap ortalamalarının, açık dentin tübüllerinin alan ortalamalarının ve tamamen açık tübül sayısı, yarı tıkalı tübül sayısı ve tam tıkalı tübül sayılarının değerlendirilebilmesi için sayısal veriler elde edildi.



Resim 3.13. Image J görüntü analiz programı ölçüm barı

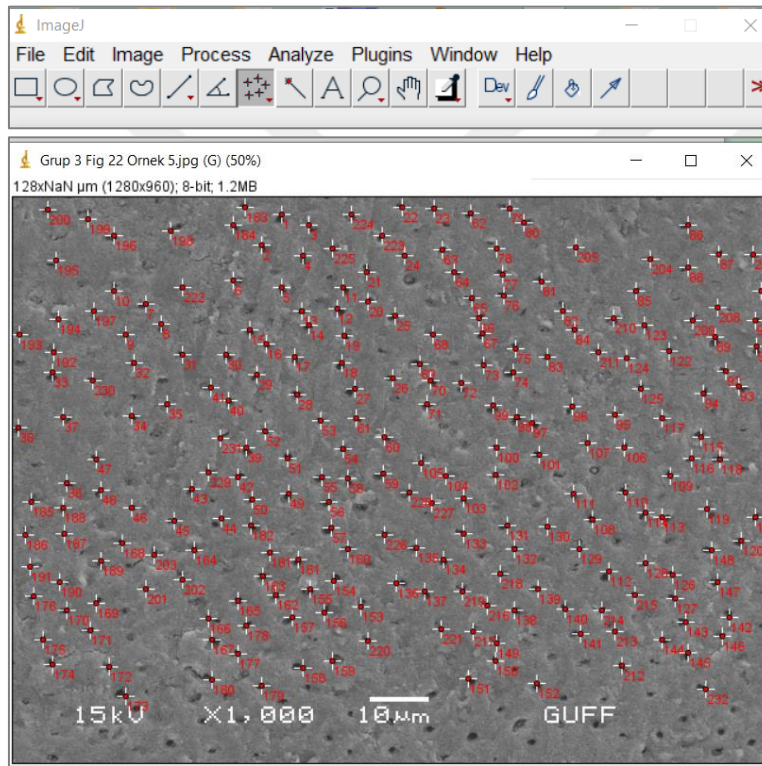


Resim 3.14. SEM mikrofotografların Image J programına yüklenmesi ve referans barı kullanılarak mikrofotografların kalibre edilmesi

Açıkta kalan tübül sayısı, yarı tıkalı tübül sayısı ve tam tıkalı tübül sayısının değerlendirilmesi

1000x ve 2000x büyütmelerdeki mikrofotograflar kullanılarak Image J programı ile açıkta kalan tübüller ve yarı tıkalı dentin tübülleri sayıldı. Sayım yapılırken sadece dairesel yapıya sahip olan dentin tübülleri değerlendirmeye alındı ve tübüllerin oblik kesiminden kaynaklanan dairesel olmayan tübüller sayıma dahil edilmedi. Tam tıkalı tübüller, kalsiyum fosfat içerikli ajanının katmanlı uygulamasına bağlı dentin yüzeyinde tortulu yapı oluşturması ve siyanoakrilat içerikli ajanın dentin yüzeyinde film tabakası oluşturması dolayısıyla net olarak sayılamadı. Dolayısıyla standardizasyonu sağlayabilmek için kontrol

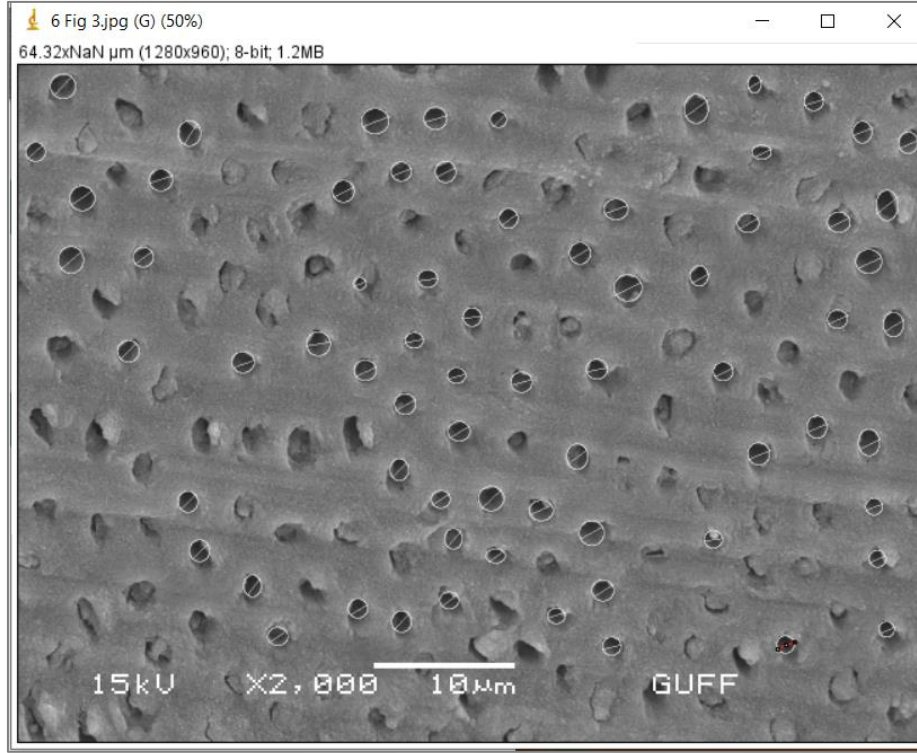
grubundaki mikrofotoğraflardan elde edilen açık tübül sayılarının ortalaması alınarak her bir mikrofotoğrafta aynı sayıda açık dentin tübülü olduğu kabul edildi [175]. Böylece her mikrofotoğraf için tam tıkalı dentin tübülü sayısı, kontrol grubundaki ortalama açık dentin tübülü sayısından tamamen açık dentin tübülü sayısı ve yarı tıkalı dentin tübülü sayılarının toplamının çıkarılmasıyla belirlendi. Diğer yandan açık dentin tübülü sayılarının ve yarı tıkalı tübül sayılarının yüzde değerleri, açık dentin tübül sayısı veya yarı tıkalı dentin tübülü sayısı / kontrol grubu ortalama açık tübül sayısı x 100 formülü kullanılarak hesaplandı [175, 176].



Resim 3.15. Image J görüntü analiz programı kullanılarak açıkta kalan ve yarı tıkalı dentin tübüllerinin sayılması

Açık dentin tübüllerinin çap ortalamalarının ve alan ortalamalarının değerlendirilmesi

Açıkta kalan dentin tübüllerinin çap ve alan ölçümleri 1000x ve 2000x büyütmelelerdeki mikrofotoğraflardan Image J programı kullanılarak yapıldı. Sadece dairesel yapıya sahip açık dentin tübüllerinin dış sınırları belirlenerek işaretlendi ve program yardımıyla açık tübüllerin alanları ve çapları hesaplandı. Ölçülen çapların ve alanların ortalaması alınarak her örnek için ortalama açık dentin tübüllerinin çap ve alan ortalaması değerleri belirlendi. Çap ölçümleri mikrofotoğraflar üzerinde yer alan ölçüm çubuğu referans alınarak yapıldı.



Resim 3.16. Image J programı kullanılarak açık dentin tübüllerinin alan ve çap ortalamalarının hesaplanması

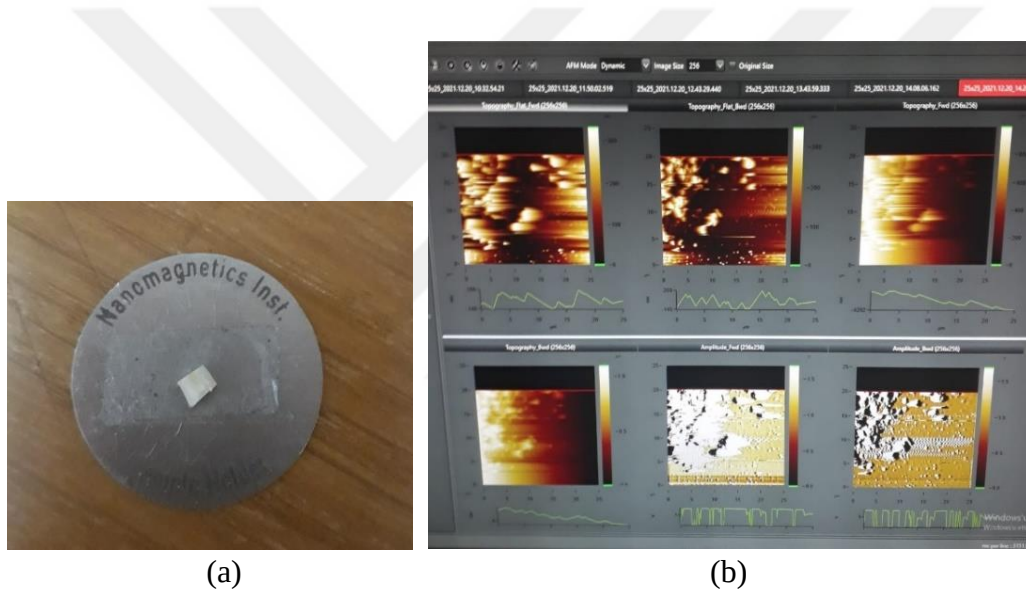
3.5.2. Nitel değerlendirme

2000x büyütmede alınan SEM mikrofotografı test ajanlarının uygulama yüzeyinde oluşturdukları yüzey karakteristiği ve dentin tübüllerini tıkma derecesi açısından nitel olarak değerlendirilerek kategorize edildi. Mikrofotografın yüzey özellikleri aşağıdaki tanımlayıcı kategoriler kullanılarak yapıldı [175, 177].

- A: Dentin tübülleri kısmen tıkalı ve daha küçük, uygulama yüzeyinde az veya hiç kalıntı yok.
- B: Dentin tübülleri çoğunlukla tıkalı, uygulama yüzeyinde film tabakası veya çökelti yok.
- C: Dentin tübülleri çoğunlukla tıkalı, uygulama yüzeyi kısmen film tabakası veya çökelti ile kaplanmış veya bazı yüzey değişiklikleri göstermiştir.
- D: Tüm dentin tübülleri tamamen tıkalı ve uygulama yüzeyi tamamen çökelti ve/veya bir reçine filmi ile kaplanmış.

3.6. AFM İncelemesi

Uygulama sonrası örnekler, uygulanan ajanların dentin yüzeyinde ve dentin tübülleri içerisinde oluşturdukları morfolojik değişikliklerin ve yüzey özelliklerinin değerlendirilmesi için AFM cihazında (hpAFM, NanoMagnetic, İngiltere) incelendi. Hazırlanan örnekler, numune tarama bölgesine yerleştirildi. 8 gruba ayrılan dentin örnekleri High Performance AFM (hpAFM) sistemi kullanılarak temassız modda işleme tabi tutuldu. Tüm numune grupları 25 $\mu\text{m}/\text{sn}$ hızda, 25x25 μm^2 yüzey alanında tarandı. Her bir grup için 2 boyutlu ve 3 boyutlu AFM görüntüleri elde edildi ve yüzey pürüzlülüğü kök ortalama kare (RMS) değerleri belirlendi. Tüm ölçümler aynı araştırmacı tarafından yapıldı.



Resim 3.17. a) AFM incelemesi için tutucuya yerleştirilen dentin parçası, b) AFM incelemesi



Resim 3.18. AFM cihazı

3.7. İstatistiksel Yöntem

Veriler IBM SPSS V23 ile analiz edildi. Normal dağılıma uygunluk Shapiro Wilk testi ile incelendi. Gruplara göre normal dağılmayan verilerin karşılaştırılmasında Kruskal Wallis H testi kullanıldı ve çoklu karşılaştırmaları Dunn testi ile incelendi. Değişkenler arasındaki ilişkinin incelenmesinde veriler normal dağılmadığından Spearman's rho katsayısından yararlanıldı. Analiz sonuçları nicel veriler için ortalama $\pm$ standart sapma ve ortanca (minimum – maksimum) şeklinde, kategorik değişkenler için frekans (yüzde) şeklinde sunuldu. Önem düzeyi $p < 0,05$ alındı.



4. BULGULAR

4.1. Açıkta Kalan Tübül Sayısının Değerlendirilmesi

Gruplara göre açık tübül sayısı ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilmiştir ($p<0,001$). İstatistiksel analiz sonucunda 1000x büyütme için ortanca değerler sırasıyla (Çizelge 4.1); G1 grubu 3 (0- 12), G2 grubu 2 (0 - 5), G3 grubu 6,5 (1 - 89), G4 grubu 0 (0 - 4), G5 grubu 5 (1 - 9), G6 grubu 20 (0 - 140), G7 grubu 0 (0 - 6) ve G8 grubu 187 (149 - 266) olarak belirlenmiştir. En yüksek ortanca değer 187 olarak G8 grubunda, en düşük ortanca değer ise 0 olarak G4 ve G7 gruplarında elde edilmiştir. 2000x büyütme için ise ortanca değerler sırasıyla (Çizelge 4.2); G1 grubunda 2 (0- 12), G2 grubunda 1 (0 - 2), G3 grubunda 3,5 (0 - 67), G4 grubunda 1 (0 - 5), G5 grubunda 3 (0 - 6), G6 grubunda 9 (0 - 54), G7 grubunda 0 (0 - 3) ve G8 grubunda 101 (85 - 121) olarak belirlenmiştir. En yüksek ortanca değer 101 olarak G8 grubunda, en düşük ortanca değer ise 0 olarak G7 grubunda elde edilmiştir. Genel olarak tüm test gruplarında istatistiksel olarak kontrol grubuna göre anlamlı bir düşüş görüldü. Açık dentin tübül sayısı bakımından test grupları içerisinde siyanoakrilat grupları olan G4 ve G7 diğer gruplara göre istatistiksel olarak üstün sonuçlar verdi. Diğer yandan aralıklarla katmanlı uygulamanın yapıldığı G1 ve G2 grupları ile G4 ve G7 grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmedi. Aralıklarla iki katman uygulama yapılan grup (G2) ile immediyat iki kat uygulama yapılan grup (G6) karşılaştırıldığında, G2 grubu G6 grubuna göre dentin tübüllerini tıkaması bakımından istatistiksel olarak üstün bulundu. Kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulanan gruplar (G1, G2, G3, G5, G6) kendi aralarında karşılaştırıldığında, açık tübül sayısı G6 grubunda diğer gruplara göre daha fazla bulundu ($p<0,001$). İmmediyat üç katman uygulamanın yapıldığı grup (G5), siyanoakrilat (G7) grubuyla karşılaştırıldığında G5 grubunda daha fazla açık tübül sayısı görülürken kombine uygulama grubuyla (G4) G5 grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Tek kat uygulama yapılan grup (G3) ve G5 grupları, diğer kalsiyum fosfat grupları (G1, G2, G6) ile istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermezken, siyanoakrilat (G4, G7) grupları ile karşılaştırıldığında anlamlı derecede daha fazla açık tübül sayısına sahipti.

Çizelge 4.1. 1000x için gruplara göre açık tübül sayısı değerlerinin karşılaştırılması

Gruplar	Açık tübül sayısı Ortanca (Min-Maks) Ortalama $\pm$ Standart Sapma
G1	3 (0 - 12)abcd 4 $\pm$ 3,62
G2	2 (0 - 5)abc 2 $\pm$ 1,56
G3	6,5 (1 - 89)cde 16,83 $\pm$ 25,96
G4	0 (0 - 4)ab 0,77 $\pm$ 1,3
G5	5 (1 - 9)bcd 5 $\pm$ 2,71
G6	20 (0 - 140)de 47 $\pm$ 51,42
G7	0 (0 - 6)a 0,62 $\pm$ 1,66
G8	187 (149 - 266)e 198,85 $\pm$ 41,19

*Kruskal Wallis H testi $p < 0,001$

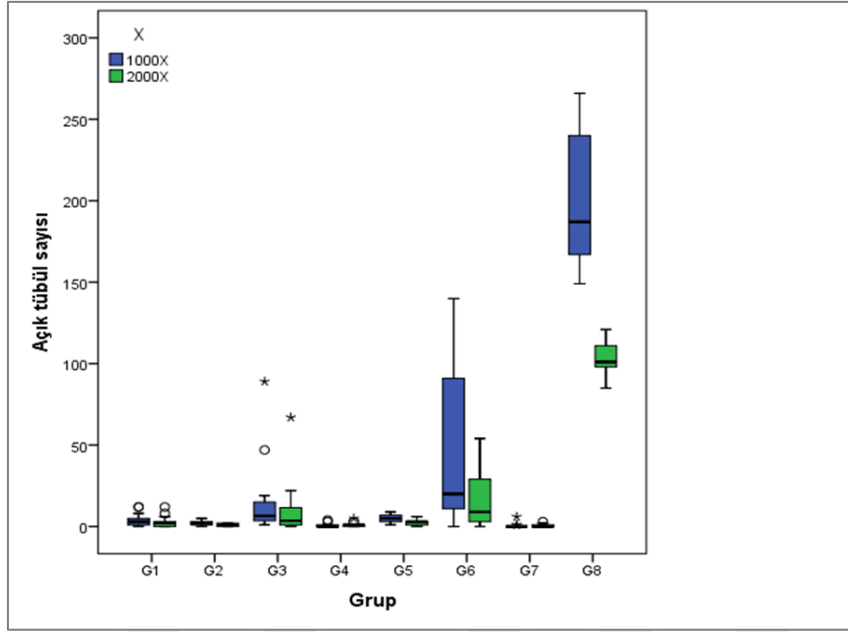
* a-e Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur

Çizelge 4.2. 2000x için gruplara göre açık tübül sayısı değerlerinin karşılaştırılması

Gruplar	Açık tübül sayısı Ortanca (Min-Maks) Ortalama $\pm$ Standart Sapma
G1	2 (0 - 12)ab 2,88 $\pm$ 3,35
G2	1 (0 - 2)ab 1,0 $\pm$ 0,94
G3	3,5 (0 - 67)ab 10,75 $\pm$ 18,88
G4	1 (0 - 5)ab 1,15 $\pm$ 1,57
G5	3 (0 - 6)ab 2,77 $\pm$ 1,83
G6	9 (0 - 54)bc 17,31 $\pm$ 19,38
G7	0 (0 - 3)a 0,54 $\pm$ 0,97
G8	101 (85 - 121)c 103,92 $\pm$ 11,05

*Kruskal Wallis H testi $p < 0,001$

* a-c Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur



Şekil 4.1. Gruplara göre 1000x ve 2000x için açık dentin tübül sayılarının ortanca değerleri

4.2. Açık Dentin Tübüllerinin Çap Ortalamalarının Değerlendirilmesi

1000x için açık dentin tübüllerinin çap ortalamalarının ortanca değerleri sırasıyla (Çizelge 4.3), G1 grubunda 0,75 (0 - 0,87), G2 grubunda 0,77 (0 - 1), G3 grubunda 0,83 (0,7 - 0,93), G4 grubunda 0 (0 - 2), G5 grubunda 0,72 (0,59 - 0,98), G6 grubunda 0,81 (0 - 1), G7 grubunda 0 (0 - 0,74) ve G8 grubunda 1 (0,5 - 2) olarak belirlendi. 2000x için açık dentin tübüllerinin çap ortalamalarının ortanca değerleri ise sırasıyla (Çizelge 4.4), G1 grubunda 0,44 (0 - 0,71), G2 grubunda 0,38 (0 - 0,6), G3 grubunda 0,65 (0 - 1), G4 grubunda 0,27 (0 - 1), G5 grubunda 0,5 (0 - 0,84), G6 grubunda 0,51 (0 - 1), G7 grubunda 0 (0 - 0,47) ve G8 grubunda 2 (1 - 2) olarak belirlendi. 1000x için gruplara göre tübül çaplarının ortalaması ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilmiştir ($p < 0,001$). En yüksek ortanca değer 1 olarak G8 grubunda, en düşük ortanca değer ise 0 olarak G7 grubunda elde edilmiştir. Aralıklarla katmalı uygulama yapılan gruplar (G1, G2) ile siyanoakrilat grupları (G4, G7) arasında açıkta kalan tübül çaplarının daraltılması yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulanan gruplar kendi içlerinde değerlendirildiğinde (G1, G2, G3, G5, G6) aralıklı olarak üç katman uygulama yapılan grup (G1) tübül çaplarının daraltılması yönünden istatistiksel olarak üstündür. Diğer yandan tübül çaplarının daraltılması yönünden kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulanan gruplar olan G1, G2, G5 ve G6 grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmezken tek kat uygulama yapılan G3 grubu en düşük etkinliği göstermiştir. 2000x

için gruplara göre ortanca değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilmiştir ($p<0,001$). En yüksek ortanca değer 2 olarak G8 grubunda, en düşük ortanca değer ise 0 olarak G7 grubunda elde edilmiştir. Tek kat uygulama yapılan G3 grubu, siyanoakrilat grubuyla (G7) karşılaştırıldığında ise G3 grubunun etkinliği G7 grubuna göre anlamlı derecede düşüktür.

Çizelge 4.3. 1000x için açık dentin tübüllerinin çap ortalamalarının karşılaştırılması

Gruplar	Tübül çaplarının ortalamaları Ortanca (Min-Max) Ortalama $\pm$ Standart Sapma
G1	0,75 (0 - 0,87)ab 0,69 $\pm$ 0,21
G2	0,77 (0 - 1)abc 0,65 $\pm$ 0,36
G3	0,83 (0,7 - 0,93)bc 0,82 $\pm$ 0,08
G4	0 (0 - 2)ab 0,37 $\pm$ 0,6
G5	0,72 (0,59 - 0,98)bc 0,74 $\pm$ 0,12
G6	0,81 (0 - 1)bc 0,78 $\pm$ 0,28
G7	0 (0 - 0,74)a 0,13 $\pm$ 0,26
G8	1 (0,5 - 2)c 1,37 $\pm$ 0,57

*Kruskal Wallis H testi; $p<0,001$

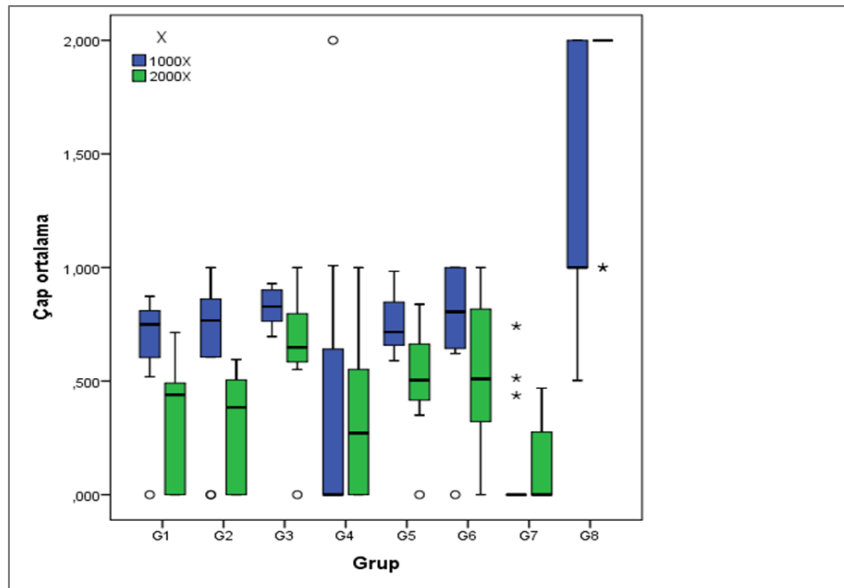
*a-c Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur

Çizelge 4.4. 2000x için Açık dentin tübüllerinin çap ortalamalarının karşılaştırılması

Gruplar	Tübül çaplarının ortalamaları Ortanca (Min-Max) Ortalama $\pm$ Standart Sapma
G1	0,44 (0 - 0,71)ab 0,35 $\pm$ 0,25
G2	0,38 (0 - 0,6)ab 0,28 $\pm$ 0,25
G3	0,65 (0 - 1)bc 0,65 $\pm$ 0,25
G4	0,27 (0 - 1)ab 0,31 $\pm$ 0,34
G5	0,5 (0 - 0,84)ab 0,50 $\pm$ 0,21
G6	0,51 (0 - 1)ab 0,52 $\pm$ 0,37
G7	0 (0 - 0,47)a 0,11 $\pm$ 0,18
G8	2 (1 - 2)c 1,85 $\pm$ 0,38

*Kruskal Wallis H testi; $p < 0,001$

*a-c Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur



Şekil 4.2. Gruplara göre 1000x ve 2000x için açık dentin tübüllerinin çap ortalamalarının ortanca değerleri

4.3. Açık Dentin Tübüllerinin Alan Ortalamalarının Değerlendirilmesi

1000x için açık dentin tübüllerinin alan ortalamalarının ortanca değerleri sırasıyla (Çizelge 4.5); G1 grubunda 0,37 (0 - 0,56), G2 grubunda 0,35 (0 - 0,6), G3 grubunda 0,46 (0,36 - 0,87), G4 grubunda 0 (0 - 1), G5 grubunda 0,36 (0,18 - 0,74), G6 grubunda 0,57 (0 - 1), G7 grubunda 0 (0 - 0,33) ve G8 grubunda 1 (0,75 - 2) olarak belirlendi. 2000x için açık dentin tübüllerinin alan ortalamalarının ortanca değerleri ise sırasıyla (Çizelge 4.6); G1 grubunda 0,16 (0 - 0,42), G2 grubunda 0,09 (0 - 0,22), G3 grubunda 0,29 (0 - 0,7), G4 grubunda 0,06 (0 - 1), G5 grubunda 0,16 (0 - 0,7), G6 grubunda 0,23 (0 - 1), G7 grubunda 0 (0 - 0,24) ve G8 grubunda 2 (1 - 4) olarak belirlendi. 1000 x için gruplara göre tübül alan ortalaması ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilmiştir ($p<0,001$). En yüksek ortanca değer 1 olarak G8 grubunda, en düşük ortanca değer ise 0 olarak G4 ve G7 gruplarında elde edilmiştir. Aralıklarla uygulamanın yapıldığı G1 ve G2 grubu ile siyanoakrilat uygulanan gruplar (G4, G7) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Kalsiyum fosfat grupları kendi içlerinde karşılaştırıldığında aralıklarla üç katman uygulamanın yapıldığı G1 grubu diğer gruplara göre istatistiksel olarak üstün bulunurken diğer gruplar (G2, G3, G5, G6) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Tüm gruplar değerlendirildiğinde tek başına siyanoakrilat uygulanan grup (G7) açıkta kalan dentin tübüllerinin daraltılmasında diğer gruplara göre istatistiksel olarak üstündür. 2000x için gruplara göre tübül alan ortalaması ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilmiştir ($p<0,001$). En yüksek ortanca değer 2 olarak G8 grubunda, en düşük ortanca değer ise 0 olarak G7 grubunda elde edilmiştir. Açık tübüllerin alan ortalamaları değerlendirildiğinde kalsiyum fosfat grupları içerisinde tek kat uygulamanın yapıldığı G3 grubu diğer gruplara göre açık tübüllerin daraltılması yönünden istatistiksel olarak daha düşük etkinlik göstermiştir. Diğer yandan tek kat uygulama yapılan G3 grubu ile kombine grup (G4) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken tek başına siyanoakrilat uygulanan gruba (G7) göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük etkinlik gösterdiği görülmüştür.

Çizelge 4.5. 1000x için Açık dentin tübüllerinin alan ortalamalarının karşılaştırılması

Gruplar	Tübül alan ortalamaları Ortanca (Min-Max) Ortalama $\pm$ Standart Sapma
G1	0,37 (0- 0,56) ab 0,33 $\pm$ 0,15
G2	0,35 (0- 0,6) abc 0,34 $\pm$ 0,22
G3	0,46 (0,36- 0,87) bc 0,51 $\pm$ 0,14
G4	0 (0- 1) ab 0,19 $\pm$ 0,34
G5	0,36 (0,18- 0,74) bc 0,41 $\pm$ 0,18
G6	0,57 (0- 1) bc 0,59 $\pm$ 0,33
G7	0 (0- 0,33) a 0,05 $\pm$ 0,11
G8	1 (0,75- 2) c 1,21 $\pm$ 0,48

*Kruskal Wallis H testi; $p < 0,001$

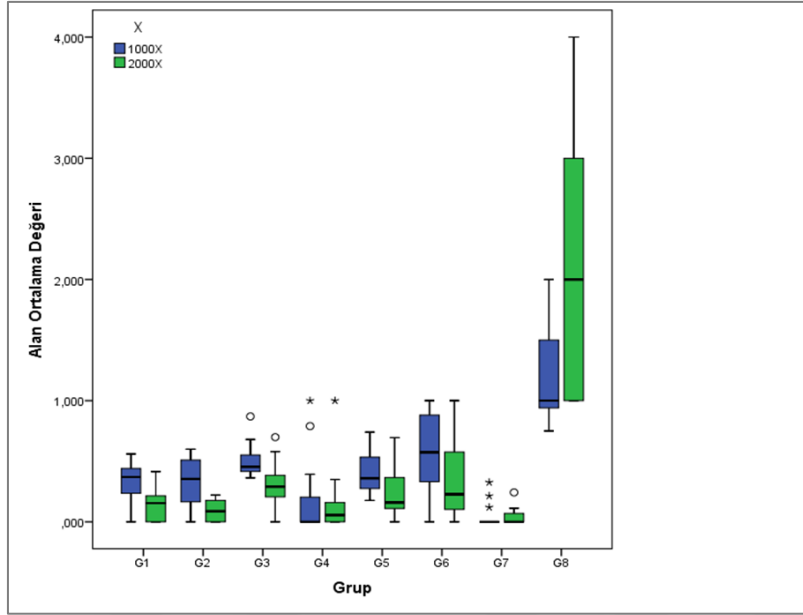
*a-c Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur

Çizelge 4.6. 2000x için Açık dentin tübüllerinin alan ortalamalarının karşılaştırılması

Gruplar	Tübül alan ortalamaları Ortanca (Min-Max) Ortalama $\pm$ Standart Sapma
G1	0,16 (0- 0,42) ab 0,14 $\pm$ 0,12
G2	0,09 (0- 0,22) ab 0,09 $\pm$ 0,09
G3	0,29 (0- 0,7) bc 0,30 $\pm$ 0,20
G4	0,06 (0- 1) abc 0,17 $\pm$ 0,28
G5	0,16 (0- 0,7) ab 0,24 $\pm$ 0,19
G6	0,23 (0- 1) ab 0,35 $\pm$ 0,34
G7	0 (0- 0,24)a 0,04 $\pm$ 0,07
G8	2 (1- 4)c 2,0 $\pm$ 1,0

*Kruskal Wallis H testi; $p < 0,001$

*a-c Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur



Şekil 4.3. Gruplara göre 1000x ve 2000x için açık dentin tübüllerinin alan ortalamalarının ortanca değerleri

4.4. Gruplar Arasındaki Tamamen Açık Tübül Sayısı, Yarı Tıkalı Tübül Sayısı ve Tam Tıkalı Tübül Sayısının Karşılaştırılması

1000x için tamamen açık tübül sayılarının ortanca değerleri sırasıyla (Çizelge 4.7); G1 grubunda 0 (0 - 2), G2 grubunda 0 (0 - 0), G3 grubunda 0 (0 - 29), G4 grubunda 0 (0 - 1), G5 grubunda 0 (0 - 3), G6 grubunda 0 (0 - 21), G7 grubunda 0 (0 - 0) ve G8 grubunda 187 (149 - 266) olarak bulunmuştur. Yarı tıkalı tübül sayısı için ortanca değerler ise sırasıyla; G1 grubunda 3 (0 - 12), G2 grubunda 2 (0 - 5), G3 grubunda 6,5 (1 - 60), G4 grubunda 0 (0 - 4), G5 grubunda 5 (1 - 9), G6 grubunda 20 (0 - 125), G7 grubunda 0 (0 - 6) ve G8 grubunda 0 (0 - 0) olarak belirlendi. Tam tıkalı tübül sayısı için ortanca değerler sırasıyla; G1 grubunda 196 (187 - 199), G2 grubunda 197,5 (194 - 199), G3 grubunda 192,5 (110 - 198), G4 grubunda 199 (195 - 199), G5 grubunda 194 (190 - 198), G6 grubunda 179 (59 - 199), G7 grubunda 199 (193 - 199) ve G8 grubunda 0 (0 - 0) olarak belirlendi. 2000x için tamamen açık tübül sayılarının ortanca değerleri sırasıyla (Çizelge 4.8); G1 grubunda 0 (0 - 1), G2 grubunda 0 (0 - 0), G3 grubunda 0 (0 - 26), G4 grubunda 0 (0 - 1), G5 grubunda 0 (0 - 0), G6 grubunda 0 (0 - 15), G7 grubunda 0 (0 - 0) ve G8 grubunda 101 (85 - 121) olarak belirlenmiştir. Yarı tıkalı tübül sayısı için ortanca değerler ise sırasıyla; G1 grubunda 2 (0 - 11), G2 grubunda 1 (0 - 2), G3 grubunda 3 (0 - 41), G4 grubunda 0 (0 - 5), G5 grubunda 3 (0 - 6), G6 grubunda 9 (0 - 45), G7 grubunda 0 (0 - 3) ve G8 grubunda 0 (0 - 0) olarak belirlendi. Tam tıkalı tübül sayısı için ortanca değerler sırasıyla; G1 grubunda 101 (91 - 103),

G2 grubunda 102 (101 - 103), G3 grubunda 99,5 (36 - 103), G4 grubunda 102 (98 - 103), G5 grubunda 100 (97 - 103), G6 grubunda 94 (49 - 103), G7 grubunda 103 (100 - 103) ve G8 grubunda 0 (0 - 0) olarak belirlendi.

Tamamen açık tübül sayısı bakımından 1000x mikrofotograflara göre yapılan değerlendirmede gruplara göre tamamen açık tübül sayısı bakımından test grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur. Tamamen açık tübül sayısı ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilmiştir ($p<0,001$). G8 grubu ortanca değeri 187 olup diğer grupların ortanca değerinden daha yüksek olarak elde edilmiştir. Gruplara göre yarı tıkalı tübül sayısı ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilmiştir ($p<0,001$). En yüksek ortanca değer 20 olarak G6 grubunda, en düşük ortanca değer ise 0 olarak G4, G7 ve G8 gruplarında elde edilmiştir. Gruplara göre tam tıkalı tübül sayısı ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilmiştir ($p<0,001$). En yüksek ortanca değer 199 olarak G4 ve G7 grubunda, en düşük ortanca değer ise 179 olarak G6 grubunda elde edilmiştir. Test grupları içerisinde siyanoakrilat grupları (G4, G7) istatistiksel olarak diğer gruplara göre daha fazla tam tıkalı tübül sayısı daha az yarı tıkalı tübül sayısına sahiptir. Kalsiyum fosfat grupları arasında (G1, G2, G3, G5, G6) aralıklarla uygulama yapılan gruplar (G1, G2) tam tıkalı tübül sayısı ve yarı tıkalı tübül sayısı bakımından istatistiksel olarak siyanoakrilat gruplarına (G4, G7) benzer sonuçlar vermişlerdir. Kalsiyum fosfat grupları arasında tek kat uygulama yapılan grup (G3) ile immediyat üç kat uygulama yapılan grup (G5) yarı tıkalı tübül sayısı bakımından istatistiksel olarak benzer etki ortaya koymuşlardır. Tek kat uygulamanın yapıldığı grup (G3) ile immediyat iki kat uygulamanın yapıldığı grup (G6) tam tıkalı tübül sayısı bakımından istatistiksel olarak benzer etki ortaya koymuşlardır. Diğer yandan immediyat üç kat uygulama yapılan grup (G5) ile kombine grup (G4) tam tıkalı tübül sayısı bakımından istatistiksel olarak benzer etkiye sahip olsa da aralıklı uygulama yapılan gruplar (G1, G2) siyanoakrilat (G4, G7) gruplarına benzer etki göstermeleri dolayısıyla tübül tıkama etkinliği istatistiksel olarak en üstün gruplardır. İmmediyat iki kat uygulamanın yapıldığı G6 grubu, aralıklarla iki kat uygulama yapılan G2 grubuna göre daha fazla yarı tıkalı tübül ve daha az tam tıkalı tübül sayısı göstermesi dolayısıyla G2 grubu G6 grubuna göre dentin tübüllerini tıkama bakımından istatistiksel olarak daha üstündür.

Çizelge 4.7. 1000x için elde edilen değerlerin gruplara göre karşılaştırılması

Değişkenler	G1 N=13	G2 N=13	G3 N=13	G4 N=13	G5 N=13	G6 N=13	G7 N=13	G8 N=13	p*
Tamamen Açık Tübül Sayısı	0,12 ± 0,49 0 (0 – 2) ^a	0,0 ± 0,0 0 (0 – 0) ^a	2,75 ± 8,30 0 (0 – 29) ^a	0,08 ± 0,28 0 (0 – 1) ^a	0,31 ± 0,85 0 (0 – 3) ^a	4,77 ± 7,78 0 (0 – 21) ^a	0,0 ± 0,0 0 (0 – 0) ^a	198,85 ± 41,19 187 (149 – 266) ^b	<0,001
% Tam Açık Tübül	0,06 ± 0,24 0 (0 – 1,01) ^a	0,0 ± 0,0 0 (0 – 0) ^a	1,38 ± 4,17 0 (0 – 14,57) ^a	0,04 ± 0,14 0 (0 – 0,5) ^a	0,15 ± 0,43 0 (0 – 1,51) ^a	2,40 ± 3,91 0 (0 – 10,55) ^a	0,0 ± 0,0 0 (0 – 0) ^a	100,0 ± 0,0 100 (100 – 100) ^b	<0,001
Tam Tıkalı Tübül Sayısı	195,0 ± 3,62 196 (187 – 199) ^{bcde}	197,20 ± 1,69 197,5 (194 – 199) ^{cde}	182,33 ± 25,95 192,5 (110 – 198) ^{abc}	198,23 ± 1,30 199 (195 – 199) ^{de}	194,0 ± 2,71 194 (190 – 198) ^{bcd}	152,0 ± 51,42 179 (59 – 199) ^{ab}	198,38 ± 1,66 199 (193 – 199) ^e	0,0 ± 0,0 0 (0 – 0) ^a	<0,001
Yarı Tıkalı Tübül Sayısı	3,88 ± 3,37 3 (0 – 12) ^{bcd}	2,0 ± 1,56 2 (0 – 5) ^{abc}	14,08 ± 19,11 6,5 (1 – 60) ^{cd}	0,69 ± 1,32 0 (0 – 4) ^{ab}	4,69 ± 2,43 5 (1 – 9) ^{cd}	42,23 ± 44,58 20 (0 – 125) ^d	0,62 ± 1,66 0 (0 – 6) ^{ab}	0,0 ± 0,0 0 (0 – 0) ^a	<0,001
% Yarı Tıkalı Tübül	1,95 ± 1,69 1,51 (0 – 6,03) ^{bcd}	1,0 ± 0,79 1,01 (0 – 2,51) ^{abc}	7,07 ± 9,60 3,26 (0,5 – 30,15) ^{cd}	0,35 ± 0,66 0 (0 – 2,01) ^{ab}	2,36 ± 1,22 2,51 (0,5 – 4,52) ^{cd}	21,22 ± 22,4 10,05 (0 – 62,81) ^d	0,31 ± 0,83 0 (0 – 3,01) ^{ab}	0,0 ± 0,0 0 (0 – 0) ^a	<0,001

Ort. ± S. Sapma; Ortanca (Min. – Maks.); *Kruskal Wallis H testi; ^{a-e} Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur.

Çizelge 4.8. 2000x için elde edilen değerlerin gruplara göre karşılaştırılması

Değişkenler	G1 N=13	G2 N=13	G3 N=13	G4 N=13	G5 N=13	G6 N=13	G7 N=13	G8 N=13	p
Tamamen Açık Tübül Sayısı	0,06 ± 0,24 0 (0 – 1) ^a	0,0 ± 0,0 0 (0 – 0) ^a	3,0 ± 7,37 0 (0 – 26) ^a	0,08 ± 0,28 0 (0 – 1) ^a	0,0 ± 0,0 0 (0 – 0) ^a	2,77 ± 4,88 0 (0 – 15) ^a	0,0 ± 0,0 0 (0 – 0) ^a	103,92 ± 11,05 101 (85 – 121) ^b	<0,001
% Tam Açık Tübül	0,06 ± 0,24 0 (0 – 0,97) ^a	0,0 ± 0,0 0 (0 – 0) ^a	2,91 ± 7,16 0 (0 – 25,24) ^a	0,07 ± 0,27 0 (0 – 0,97) ^a	0,0 ± 0,0 0 (0 – 0) ^a	2,69 ± 4,74 0 (0 – 14,56) ^a	0,0 ± 0,0 0 (0 – 0) ^a	100,0 ± 0,0 100 (100 – 100) ^b	<0,001
Tam Tıkalı Tübül Sayısı	100,12 ± 3,35 101 (91 – 103) ^{bc}	102 ± 0,94 102 (101 – 103) ^{bc}	92,25 ± 18,88 99,5 (36 – 103) ^{bc}	101,85 ± 1,57 102 (98 – 103) ^c	100,23 ± 1,83 100 (97 – 103) ^{bc}	85,46 ± 19,19 94 (49 – 103) ^{ab}	102,46 ± 0,97 103 (100 – 103) ^c	0,0 ± 0,0 0 (0 – 0) ^a	<0,001
Yarı Tıkalı Tübül Sayısı	2,82 ± 3,19 2 (0 – 11) ^{bcd}	1,0 ± 0,94 1 (0 – 2) ^{abc}	7,75 ± 11,73 3 (0 – 41) ^{cd}	1,08 ± 1,61 0 (0 – 5) ^{abc}	2,77 ± 1,83 3 (0 – 6) ^{bcd}	14,77 ± 14,88 9 (0 – 45) ^d	0,54 ± 0,97 0 (0 – 3) ^{ab}	0,0 ± 0,0 0 (0 – 0) ^a	<0,001
% Yarı Tıkalı Tübül	2,74 ± 3,09 1,94 (0 – 10,67) ^{bcd}	0,97 ± 0,91 0,97 (0 – 1,94) ^{abc}	7,52 ± 11,39 2,91 (0 – 39,81) ^{cd}	1,04 ± 1,56 0 (0 – 4,85) ^{abc}	2,69 ± 1,78 2,91 (0 – 5,82) ^{bcd}	14,33 ± 14,44 8,73 (0 – 43,68) ^d	0,52 ± 0,94 0 (0 – 2,91) ^{ab}	0,0 ± 0,0 0 (0 – 0) ^a	<0,001

*Kruskal Wallis H testi; ^{a-d} Aynı harfe sahip gruplar arasında fark yoktur.

4.5. Açık Tübül Sayısı ile Tübül Alanı ve Çapı Arasındaki Korelasyon Analizi

1000x için açık tübül sayısı ile tübül çapı arasında pozitif yönlü istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir ($r=0,719$; $p<0,001$). Benzer şekilde 2000x için de açık tübül sayısı ile tübül çapı arasında pozitif yönlü istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir ($r=0,805$; $p<0,001$).

1000x için açık tübül sayısı ile tübül alan ortalaması arasında pozitif yönlü istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir ($r=0,757$; $p<0,001$). Benzer şekilde 2000x içinde açık tübül sayısı ile tübül alan ortalaması arasında pozitif yönlü istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir ($r=0,814$; $p<0,001$).

Çizelge 4.9. Açık tübül sayısı ile tübül çapı ve alanı arasındaki korelasyon analizi sonuçları

	1000x		2000x	
	Açık tübül sayısı		Açık tübül sayısı	
	r	p	r	p
Tübül Çapı	0,719	<0,001	0,805	<0,001
Tübül alan ortalaması	0,757	<0,001	0,814	<0,001

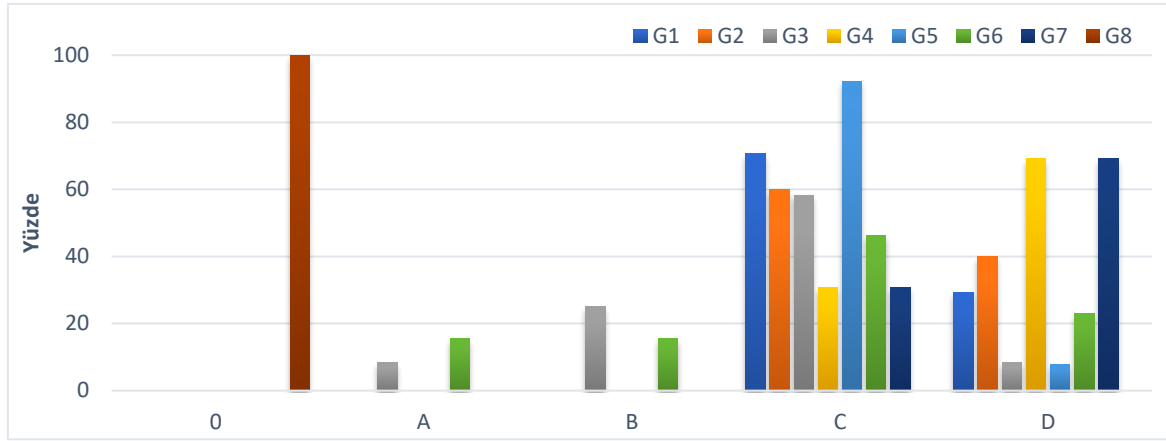
R: Spearman's rho korelasyon değeri

4.6. Gruplara Göre SEM Görüntülerinin Kategorize Edilmesi

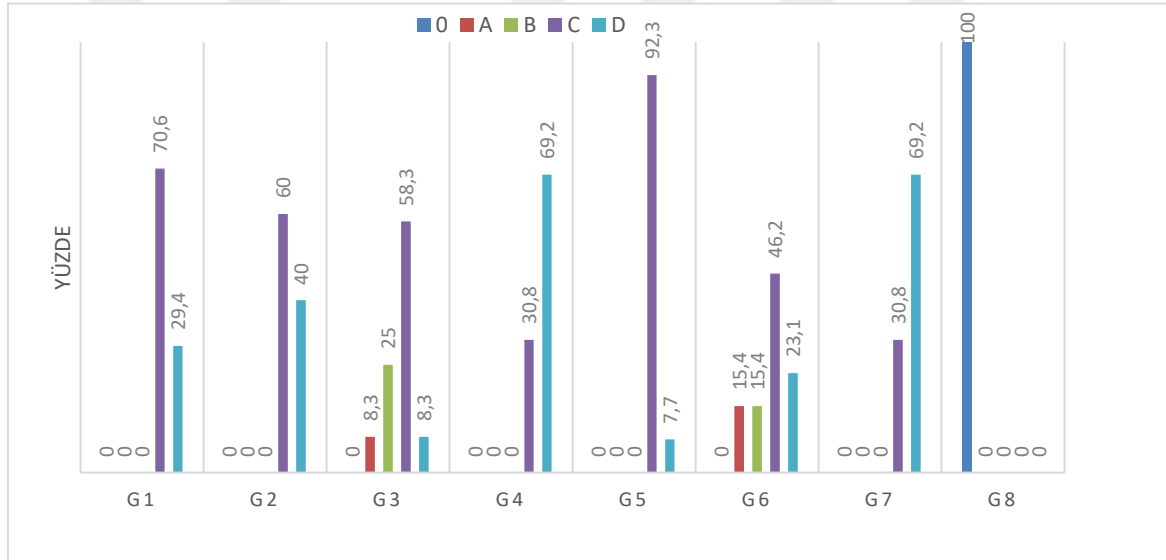
İstatistiksel değerlendirme sonucunda her grup için frekans değerler belirlenmiş ve kategoriler yüzdelik olarak belirtilmiştir. G1 grubu %70,6 oranında C kategorisi, G2 grubu %60 oranında C kategorisi, G3 grubu %58,3 oranında C kategorisi, G4 grubu %69,2 oranında D kategorisi, G5 grubu %92,3 oranında C kategorisi, G6 %46,2 oranında C kategorisi ve G7 %69,2 oranında D kategorisine ait yüzey özellikleri göstermişlerdir. Her grup için kategorilerin dağılımları tablo ve grafiklerle özetlenmiştir.

Çizelge 4.10. 2000x için yüzey özellikleri kategorilerine ilişkin frekans ve yüzde değerleri

	0		A		B		C		D	
	Frekans (n)	Yüzde (%)	Frekans (n)	Yüzde (%)	Frekans (n)	Yüzde (%)	Frekans (n)	Yüzde (%)	Frekans (n)	Yüzde (%)
G1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	12	70,6	5	29,4
G2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	6	60,0	4	40,0
G3	0	0,0	1	8,3	3	25,0	7	58,3	1	8,3
G4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	30,8	9	69,2
G5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	12	92,3	1	7,7
G6	0	0,0	2	15,4	2	15,4	6	46,2	3	23,1
G7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	30,8	9	69,2
G8	13	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0



Şekil 4.4. Grupların yüzey özellikleri bakımından kategorilere göre dağılımı



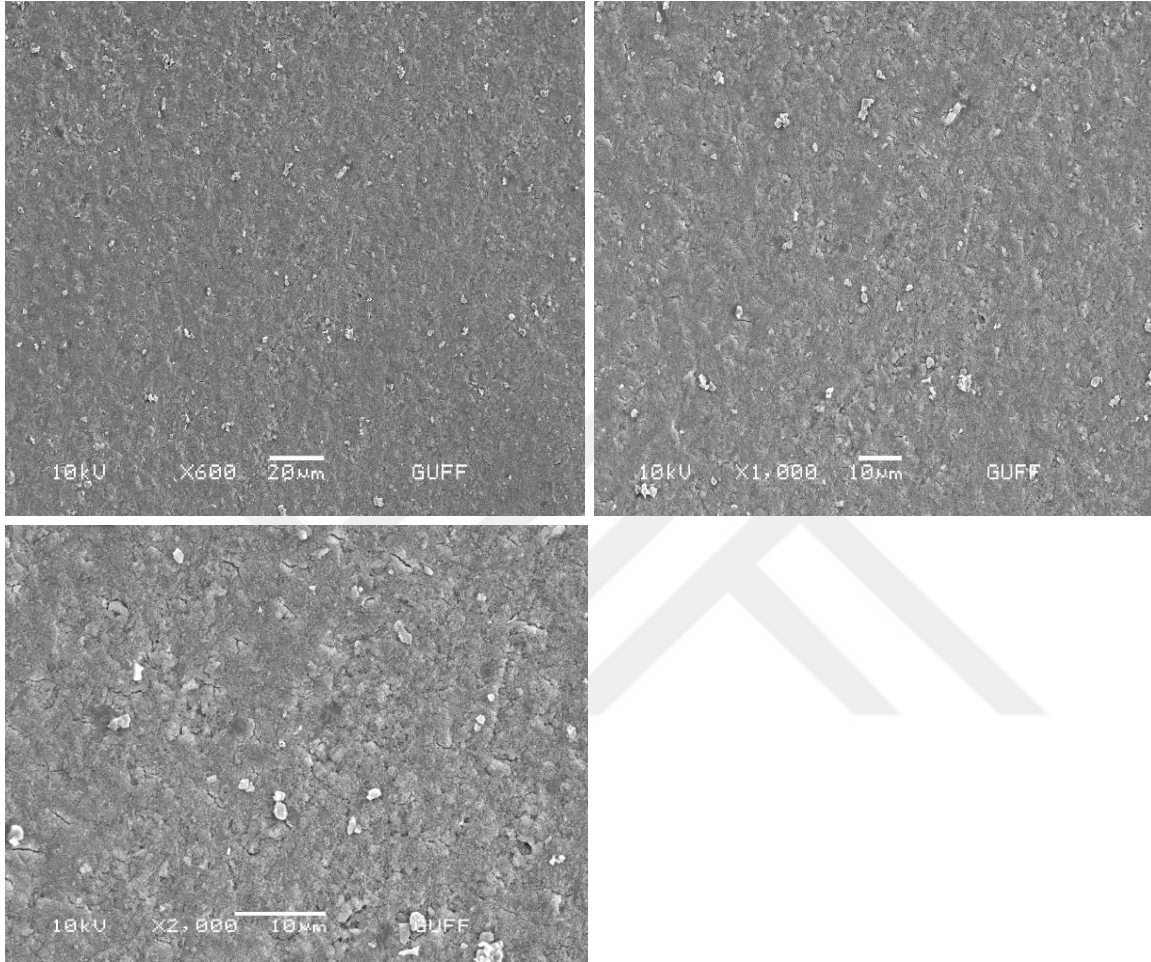
Şekil 4.5. Yüzey özellikleri kategorilerinin gruplara göre dağılımı

4.7. SEM Görüntüleri

Grup 1 (Üç katman kalsiyum fosfat)

G1 grubunda alınan SEM görüntülerinde, üç kez 7 gün aralıklarla uygulanan kalsiyum fosfat içerikli ajanın açık dentin tübüllerinin büyük çoğunluğunu kapattığı, geriye kalan tübüllerin ise çaplarını daralttığı gözlenmiştir. 1000x için tamamen açık tübül sayısı $0,12 \pm 0,49$, yarı tıkalı tübül sayısı $3,88 \pm 3,37$, tam tıkalı tübül sayısı $195,0 \pm 3,62$ ve açık tübüllerin çap ortalaması $0,69 \pm 0,21$; 2000x için ise tamamen açık tübül sayısı $0,06 \pm 0,24$, yarı tıkalı tübül sayısı $2,82 \pm 3,19$, tam tıkalı tübül sayısı $100,12 \pm 3,35$ ve açık tübüllerin çap ortalaması $0,35 \pm 0,25$ olarak bulundu. Ayrıca kullanılan ajanın katmanlı uygulanmasına bağlı olarak

dentin tübüllerine penetre olan ve tübül çaplarının daraltılmasını sağlayan tortulu yapı mikrofotografılarda gözlemlenirken %70,6 C kategorinde görüntü elde edilmiştir. 600x, 1000x ve 2000x büyütmelerdeki görüntüler Resim 4.1' de gösterilmiştir.

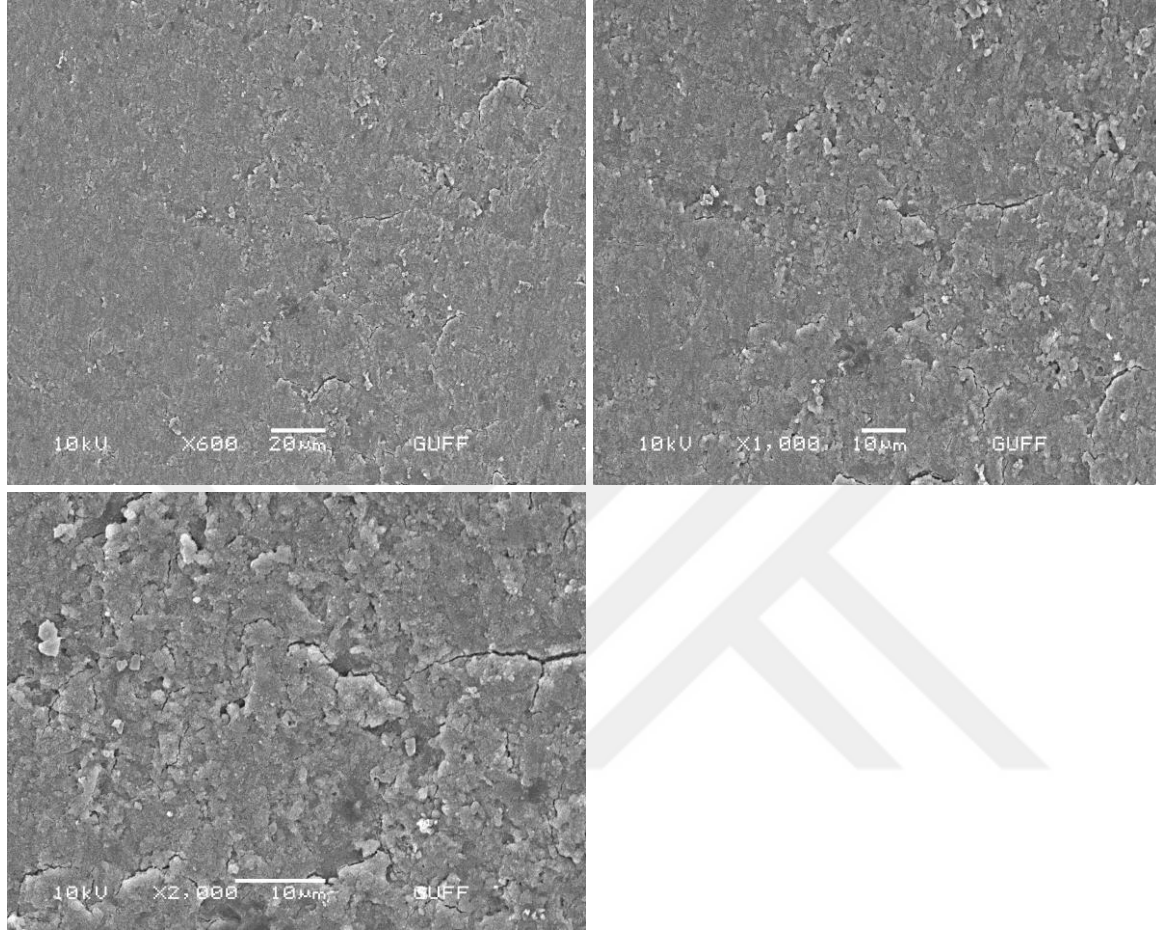


Resim 4.1. Grup 1 600x, 1000x ve 2000x SEM mikrofotografıları

Grup 2 (İki katman kalsiyum fosfat)

G2 grubundan alınan SEM görüntülerinde, iki kez 7 gün aralıklarla uygulanan kalsiyum fosfat içerikli ajanın açık dentin tübüllerinin büyük bir çoğunluğunu kapattığı, geriye kalan tübüllerin ise çaplarını daralttığı gözlenmiştir. 1000x için tamamen açık tübül sayısı $0,0 \pm 0,0$, yarı tıkalı tübül sayısı $2,0 \pm 1,56$, tam tıkalı tübül sayısı $197,20 \pm 1,69$ ve açık tübüllerin çap ortalaması $0,65 \pm 0,36$; 2000x için ise tamamen açık tübül sayısı $0,0 \pm 0,0$, yarı tıkalı tübül sayısı $1,0 \pm 0,94$, tam tıkalı tübül sayısı $102 \pm 0,94$ ve açık tübüllerin çap ortalaması $0,28 \pm 0,25$ olarak bulundu. Kullanılan ajanın katmanlı uygulanmasına bağlı olarak dentin tübüllerine penetre olan ve tübül çaplarının daraltılmasını sağlayan tortulu yapı

mikrofotoğraflarda gözlenmiş ve %60 C kategorisinde görüntü elde edilmiştir. 600x, 1000x ve 2000x büyütmelerdeki görüntüler Resim 4.2' de gösterilmiştir.

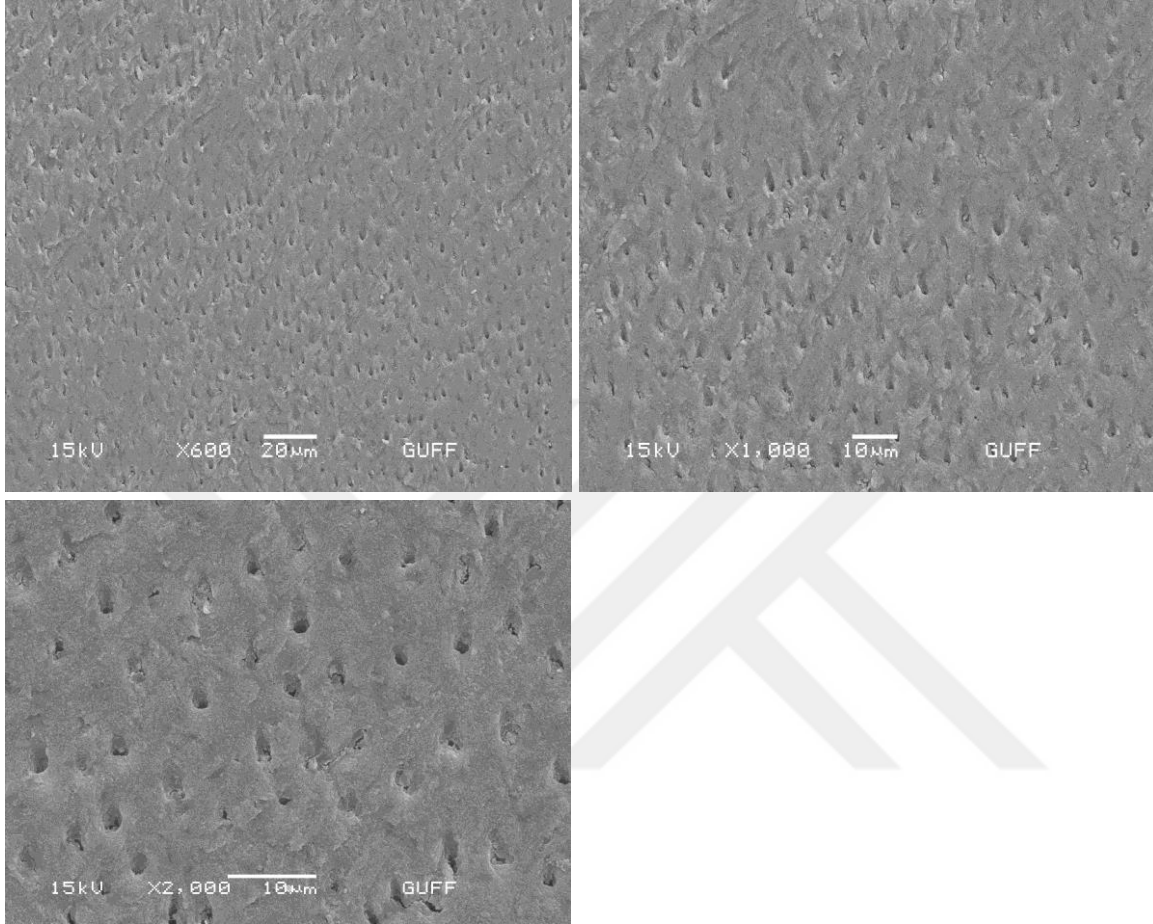


Resim 4.2. Grup 2 600x, 1000x ve 2000x SEM mikrofotoğrafları

Grup 3 (İmmediyat tek katman kalsiyum fosfat)

G3 grubundan alınan SEM görüntülerinde, tek kat uygulanan kalsiyum fosfat içerikli ajanın açık dentin tübüllerinin çoğunu kapattığı geriye kalan tübüllerin ise çaplarını daralttığı görülmüştür. 1000x için tamamen açık tübül sayısı $2,75 \pm 8,30$, yarı tıkalı tübül sayısı $14,08 \pm 19,11$, tam tıkalı tübül sayısı $182,33 \pm 25,95$ ve açık tübüllerin çap ortalaması $0,82 \pm 0,08$; 2000x için ise tamamen açık tübül sayısı $3,0 \pm 7,37$, yarı tıkalı tübül sayısı $7,75 \pm 11,73$, tam tıkalı tübül sayısı $92,25 \pm 18,88$ ve açık tübüllerin çap ortalaması $0,65 \pm 0,25$ olarak bulundu. Tek katman uygulanmasına bağlı olarak dentin yüzeyinde görülen tortulu yapı dentin tübüllerine penetre olarak tübül çaplarını daraltmış olsa da G1 ve G2 gruplarına göre daha

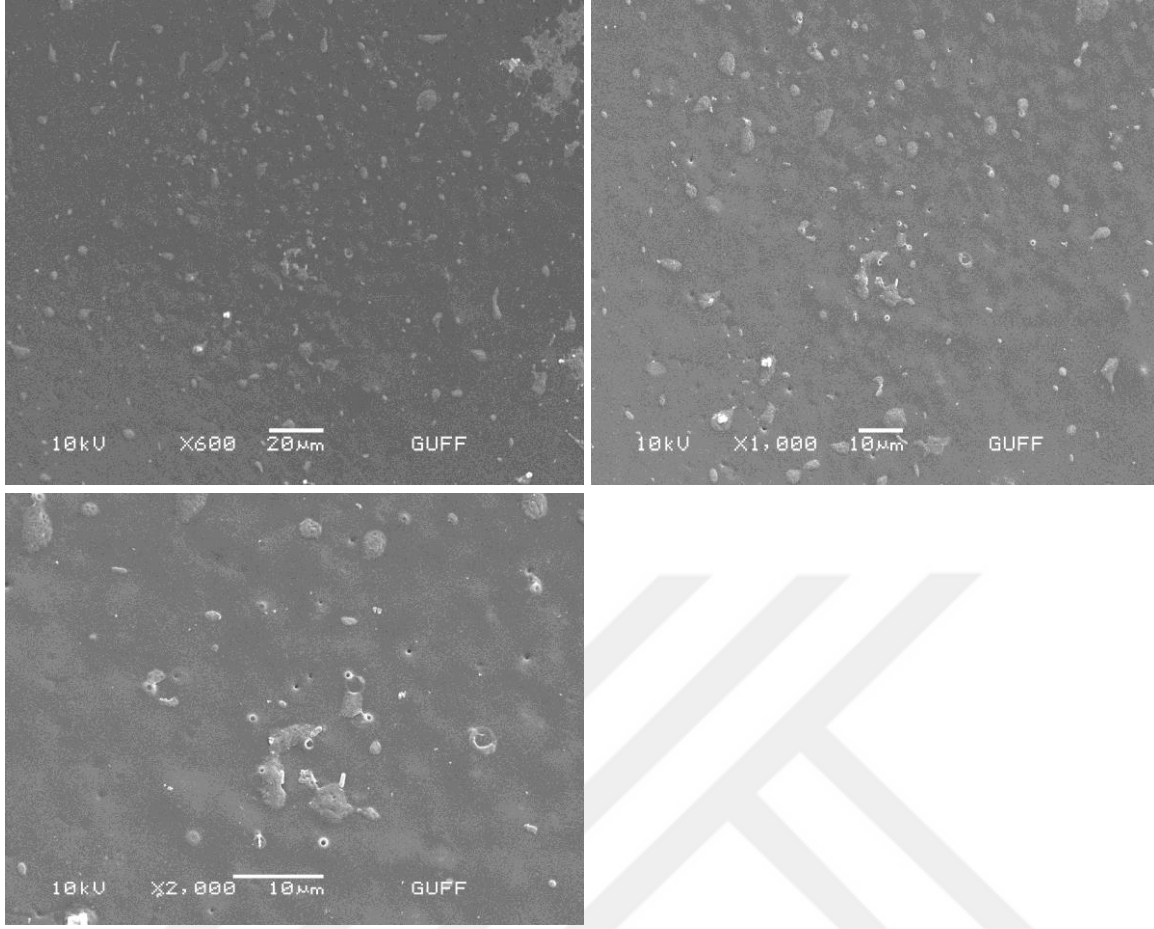
ince bir tabakanın olduğu gözlenmiş ve %58,3 C kategorisinde görüntü elde edilmiştir. 600x, 1000x ve 2000x büyütmelerdeki görüntüler Resim 4.3' te gösterilmiştir.



Resim 4.3. Grup 3 600x, 1000x ve 2000x SEM mikrofotografaları

Grup 4 (İmmediyat 1 katman kalsiyum fosfat + siyanoakrilat)

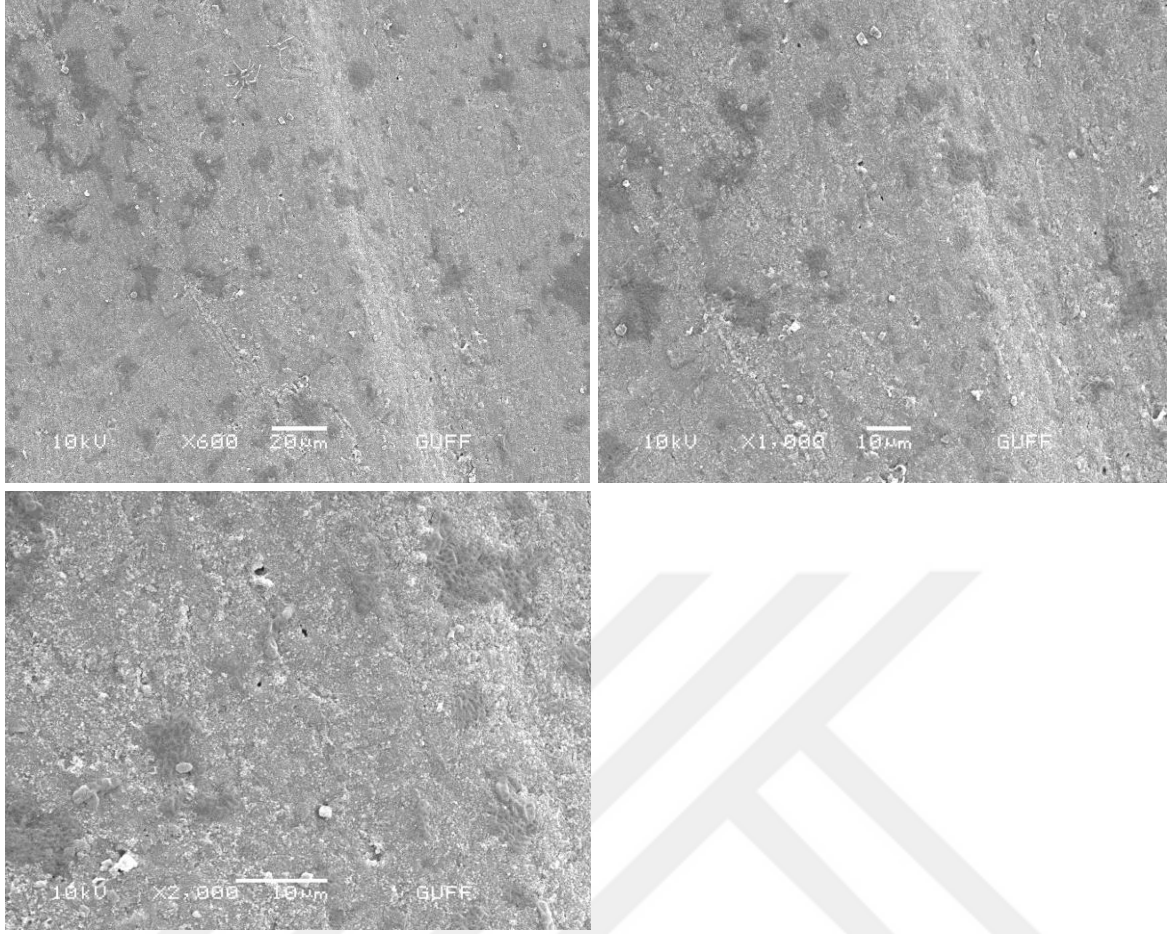
G4 grubundan alınan SEM görüntülerinde, kombine uygulamanın açık dentin tübüllerinin neredeyse tamamını kapattığı, geriye kalan tübüllerin ise çaplarını daralttığı gözlenmiştir. 1000x için tamamen açık tübül sayısı $0,08 \pm 0,28$, yarı tıkalı tübül sayısı $0,69 \pm 1,32$, tam tıkalı tübül sayısı $198,23 \pm 1,30$ ve açık tübüllerin çap ortalaması $0,37 \pm 0,6$; 2000x için ise tamamen açık tübül sayısı $0,08 \pm 0,28$, yarı tıkalı tübül sayısı $1,08 \pm 1,61$, tam tıkalı tübül sayısı $101,85 \pm 1,57$ ve açık tübüllerin çap ortalaması $0,31 \pm 0,34$ olarak bulundu. Yüzeyde ise kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulamasına bağlı olarak oluşan tortulu yapı ile siyanoakrilat içerikli ajanının akrilik içeriğine bağlı olarak film tabakasının olduğu görülmüş, %69,2 oranında D kategorisinde görüntü elde edilmiştir. 600x, 1000x ve 2000x büyütmelerdeki görüntüler Resim 4.4' te gösterilmiştir.



Resim 4.4. Grup 4 600x, 1000x ve 2000x SEM mikrofotografaları

Grup 5 (İmmediyat üç katman kalsiyum fosfat)

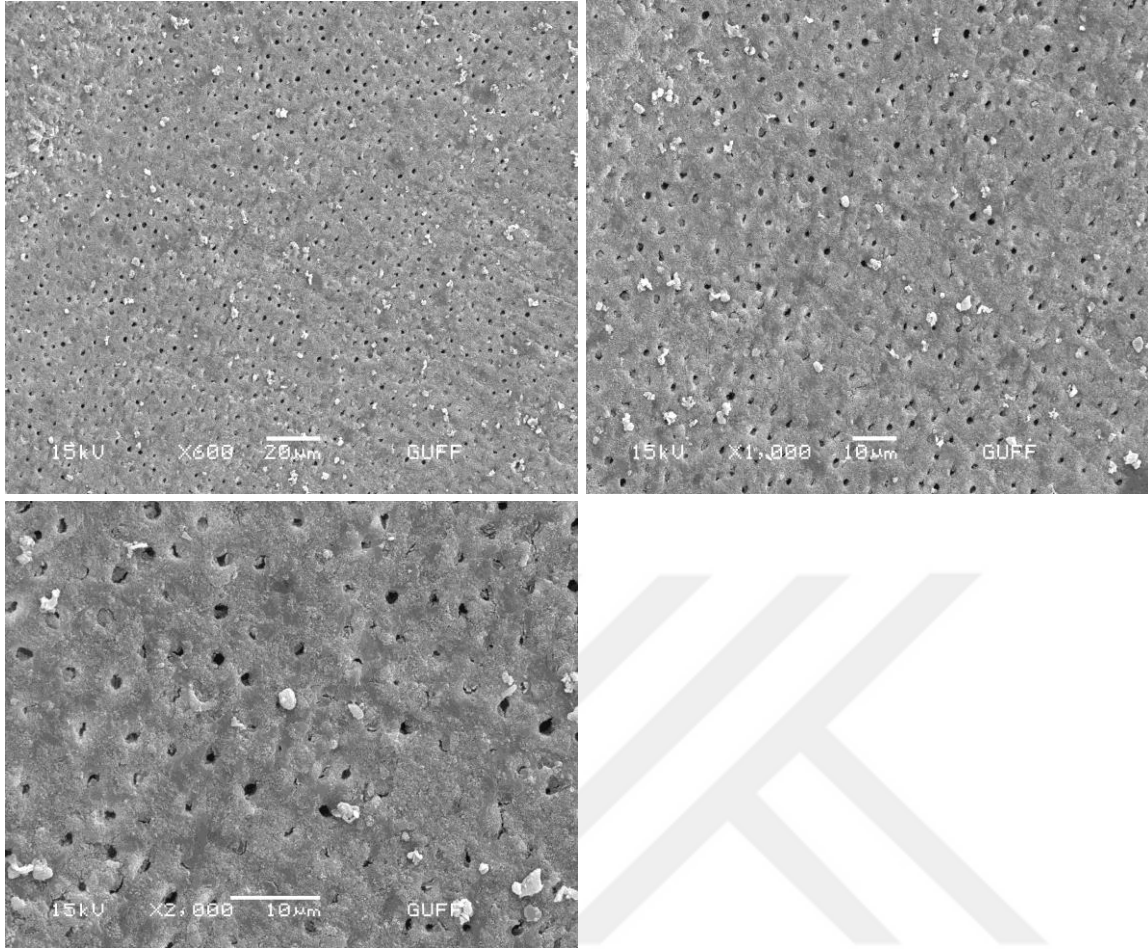
G5 grubundan alınan SEM görüntülerinde, aynı anda üç katman uygulanan kalsiyum fosfat içerikli ajanın açık dentin tübüllerinin çoğunu kapattığı, geriye kalan tübüllerin ise çaplarını daralttığı gözlemlenmiştir. 1000x için tamamen açık tübül sayısı $0,31 \pm 0,85$, yarı tıkalı tübül sayısı $4,69 \pm 2,43$, tam tıkalı tübül sayısı $194,0 \pm 2,71$ ve açık tübüllerin çap ortalaması $0,74 \pm 0,12$; 2000x için ise tamamen açık tübül sayısı $0,0 \pm 0,0$, yarı tıkalı tübül sayısı $2,77 \pm 1,83$, tam tıkalı tübül sayısı $100,23 \pm 1,83$ ve açık tübüllerin çap ortalaması $0,50 \pm 0,21$ olarak bulundu. Yüzeyde katmanlı uygulamaya bağlı olarak dentin tübüllerine penetre olan ve tübül çaplarının daraltılmasını sağlayan tortulu yapı mikrofotografılarda gözlenmiş ve %92,3 C kategorisinde görüntü elde edilmiştir. 600x, 1000x ve 2000x büyütmelerdeki görüntüler Resim 4.5’ te gösterilmiştir.



Resim 4.5. Grup 5 600x, 1000x ve 2000x SEM mikrofotografı

Grup 6 (İmmediyat iki katman kalsiyum fosfat)

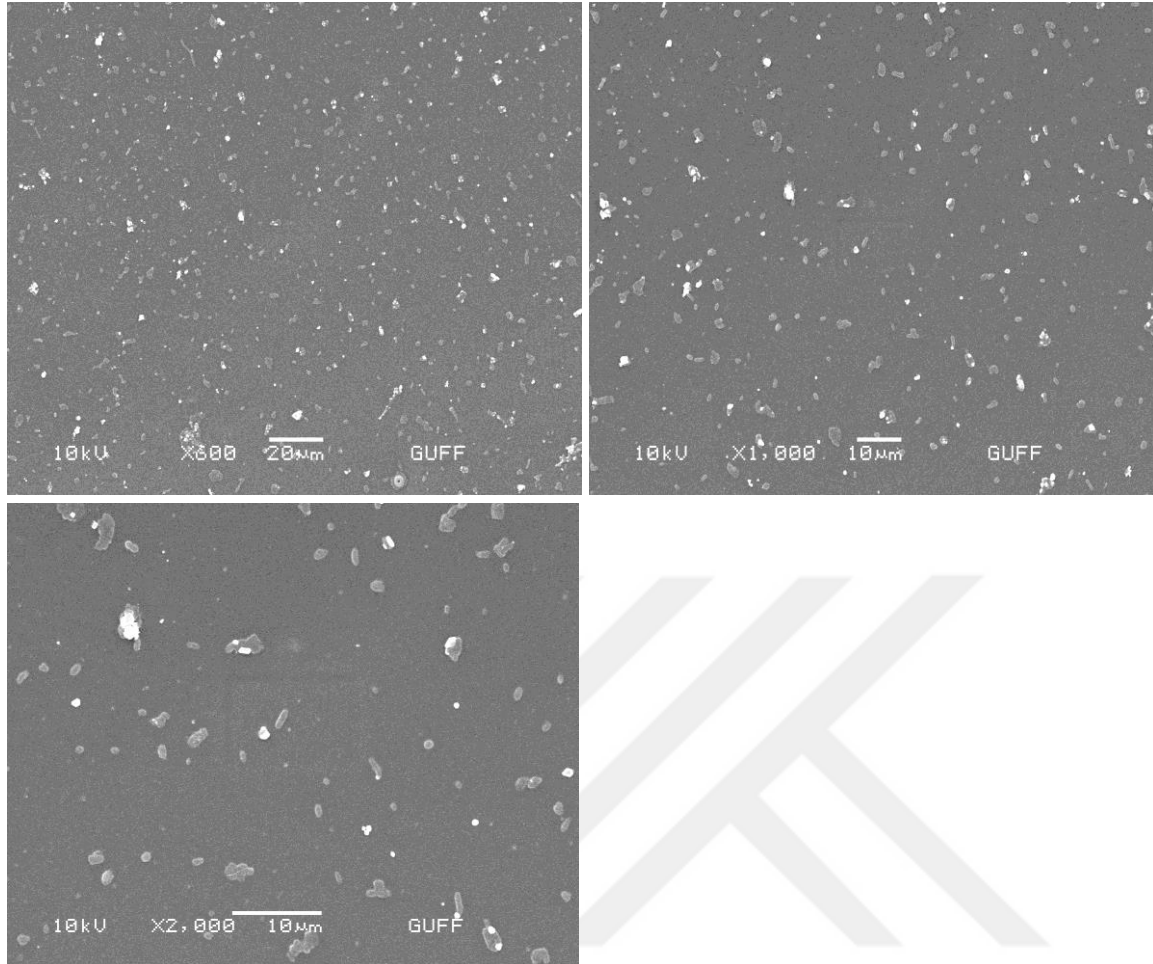
G6 grubundan alınan SEM görüntülerinde, aynı anda iki katman uygulanan kalsiyum fosfat içerikli ajanın açık dentin tübüllerinin bir kısmını tamamen kapattığı, geriye kalan tübüllerin ise çoğunun çaplarını daralttığı görülmüştür. 1000x için tamamen açık tübül sayısı $4,77 \pm 7,78$, yarı tıkalı tübül sayısı $42,23 \pm 44,58$, tam tıkalı tübül sayısı $152,0 \pm 51,42$ ve açık tübüllerin çap ortalaması $0,78 \pm 0,28$; 2000x için ise tamamen açık tübül sayısı $2,77 \pm 4,88$, yarı tıkalı tübül sayısı $14,77 \pm 14,88$, tam tıkalı tübül sayısı $85,46 \pm 19,19$ ve açık tübüllerin çap ortalaması $0,52 \pm 0,37$ olarak bulundu. Yüzeyde katmanlı uygulamaya bağlı olarak dentin tübüllerine penetre olan ve tübül çaplarının daraltılmasını sağlayan tortulu yapının diğer katmanlı uygulama yapılan gruptakine göre daha ince olduğu gözlenmiş ve %46,2 oranında C kategorisinde görüntü elde edilmiştir. 600x, 1000x ve 2000x büyütmelelerdeki görüntüler Resim 4.6’ da gösterilmiştir.



Resim 4.6. Grup 6 600x, 1000x ve 2000x SEM mikrofotografaları

Grup 7 (PeriAcryl)

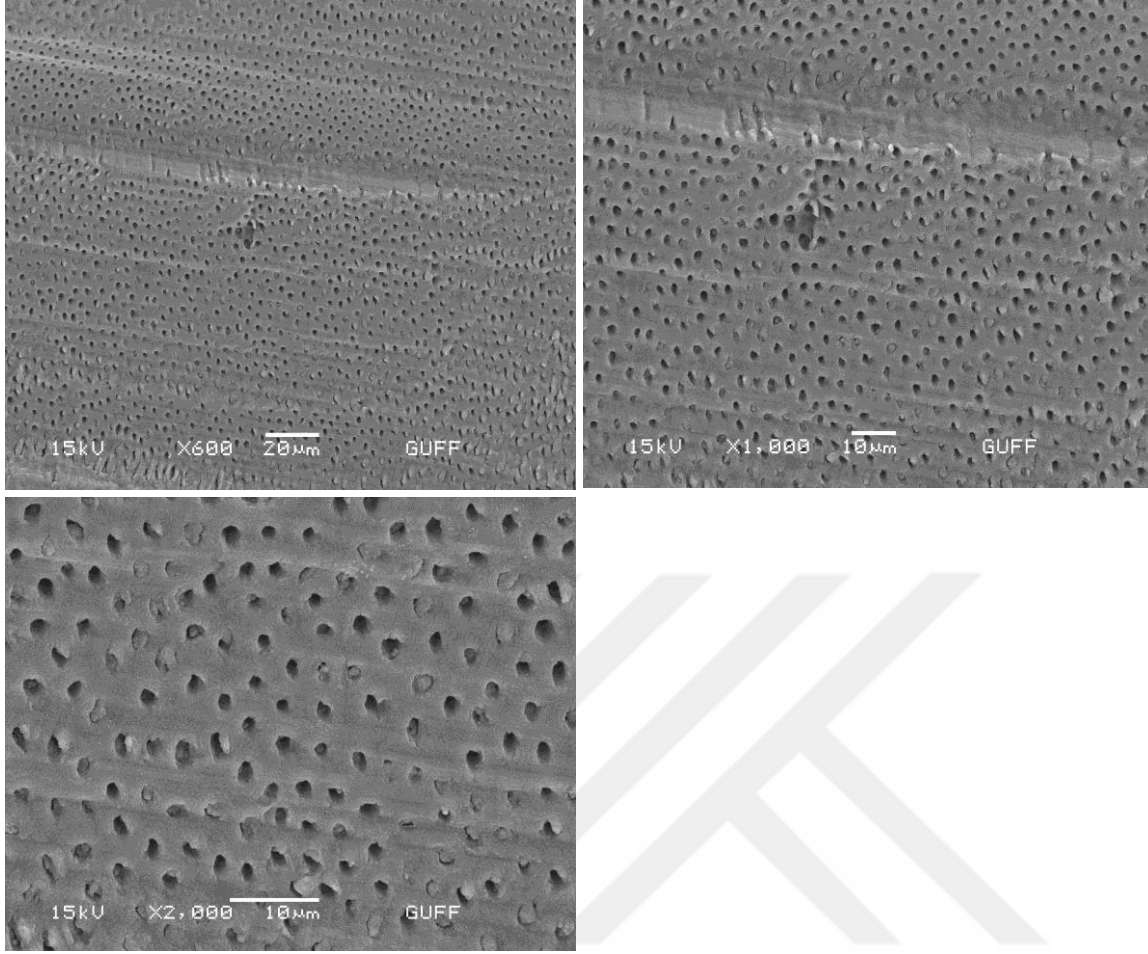
G7 grubundan alınan SEM görüntülerinde, dentin yüzeyine uygulanan siyanoakrilat içerikli ajanın açık dentin tübüllerinin neredeyse tamamını kapattığı, geriye kalan tübüllerin ise tamamının çaplarını daralttığı ve dentin yüzeyini akrilik içeriğine bağlı olarak film tabakasıyla sardığı görülmüştür. 1000x için tamamen açık tübül sayısı $0,0 \pm 0,0$, yarı tıkalı tübül sayısı $0,62 \pm 1,66$, tam tıkalı tübül sayısı $198,38 \pm 1,66$ ve açık tübüllerin çap ortalaması $0,13 \pm 0,26$; 2000x için ise tamamen açık tübül sayısı $0,0 \pm 0,0$, yarı tıkalı tübül sayısı $0,54 \pm 0,97$, tam tıkalı tübül sayısı $102,46 \pm 0,97$ ve açık tübüllerin çap ortalaması $0,11 \pm 0,18$ olarak bulundu. Yüzeyde siyanoakrilat ajanının akrilik içeriğine bağlı olarak film tabakasının olduğu görülmüş, %69,2 oranında D kategorisinde görüntü elde edilmiştir. 600x, 1000x ve 2000x büyütmelelerdeki görüntüleri Resim 4.7' de gösterilmiştir.



Resim 4.7. Grup 7 600x, 1000x ve 2000x SEM mikrofotografaları

Grup 8 (Kontrol)

G8 grubundan alınan SEM görüntülerinde, aşındırma ve %17' lik EDTA uygulaması sonrası sement ve smear tabakasının tamamen uzaklaştığı, farklı çaplardaki dentin tübüllerinin birbirine paralel şekilde sıralandığı gözlenmiştir. 1000x için tamamen açık tübül sayısı $198,85 \pm 41,19$, yarı tıkalı tübül sayısı $0,0 \pm 0,0$, tam tıkalı tübül sayısı $0,0 \pm 0,0$ ve açık tübüllerin çap ortalaması $1,37 \pm 0,57$; 2000x için ise tamamen açık tübül sayısı $103,92 \pm 11,05$, yarı tıkalı tübül sayısı $0,0 \pm 0,0$, tam tıkalı tübül sayısı $0,0 \pm 0,0$ ve açık tübüllerin çap ortalaması $1,85 \pm 0,38$ olarak bulundu. 600x, 1000x ve 2000x büyütmelerdeki görüntüler Resim 4.8' de gösterilmiştir.

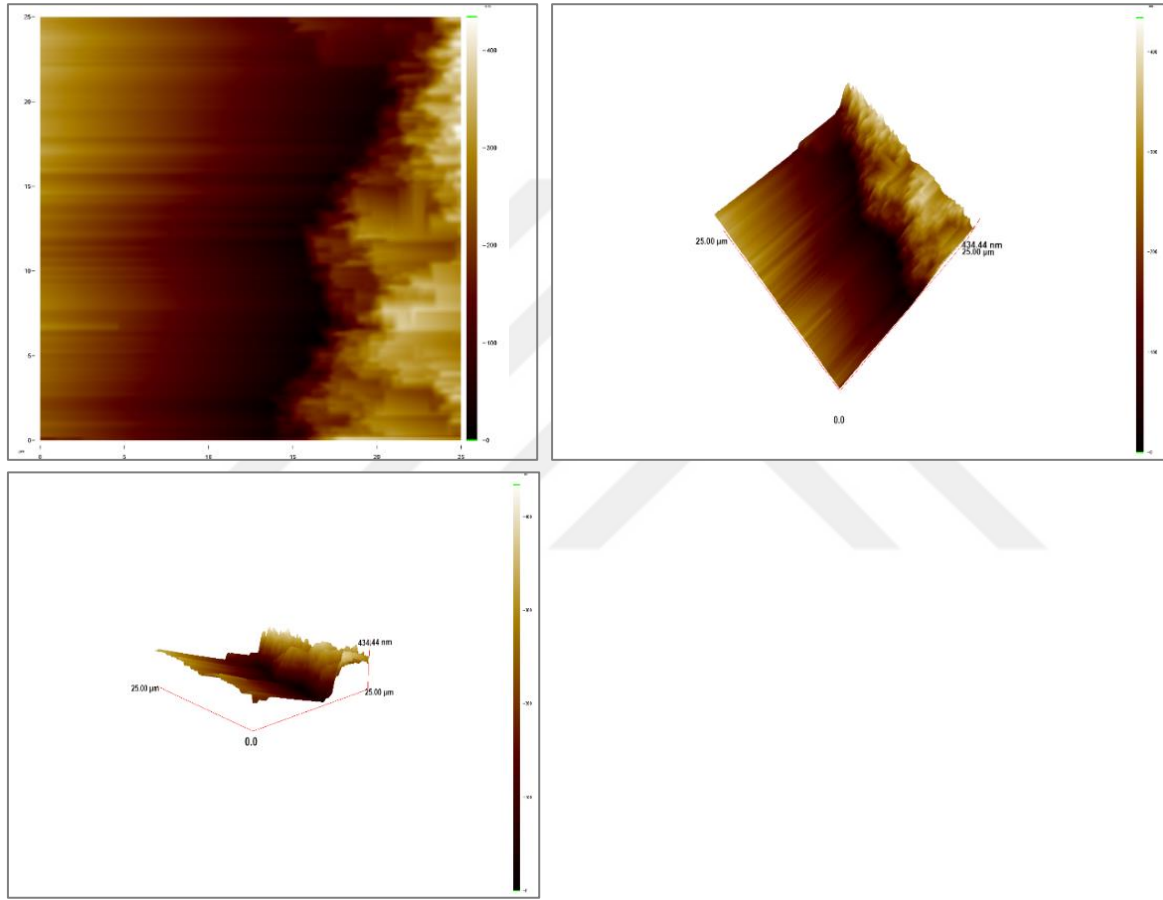


Resim 4.8. Grup 8 600x, 1000x ve 2000x SEM mikrofotografaları

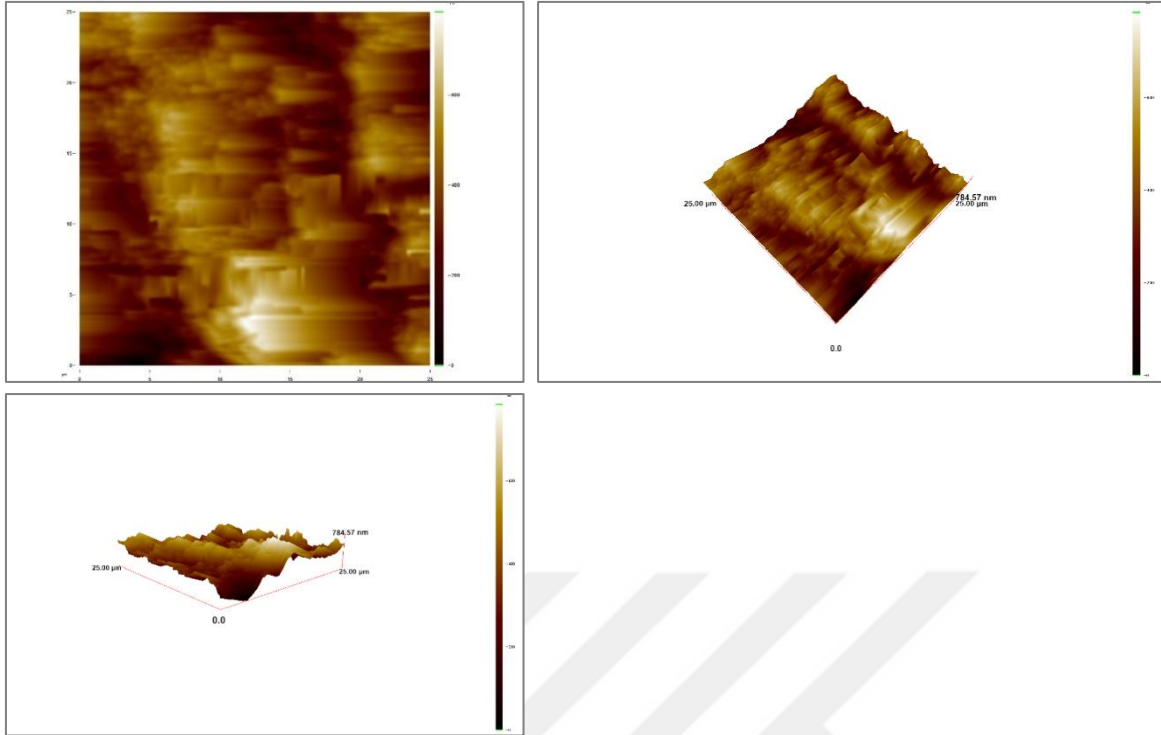
4.8. AFM Görüntüleri

Numunelerin boyutunun küçük olması ve büyük tarama alanında görüntünün elde edilmesi analiz sonuçlarını etkilemiştir. 8 grup incelenmiş olup, gruplar arasında morfolojik farklılıklar gözlenmiştir. İmmediyat iki kat uygulamanın yapıldığı G6 grubuna ait örnekte (Resim 4.14) dentin yüzeyinde tübüler açıklıklar, immediyat tek kat uygulamanın yapıldığı G3 grubuna ait örnekte (Resim 4.11) yüzeyde sarmal yapı ve kısmen tıkalı tübüller, immediyat üç katman uygulamanın yapıldığı G5 grubunda (Resim 4.13) kısmen tıkalı tübüller, aralıklarla katmanlı uygulama yapılan gruplarda (G1, G2) (Resim 4.9, Resim 4.10) dentin yüzeyinde kollajen fibril yapıları görülmüştür. Kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulanan tüm gruplarda (G1, G2, G3, G5, G6) yüzeyde kristalizasyon gözlenmiştir. siyanoakrilat gruplarında (G4, G7) (Resim 4.12, Resim 4.15) homojen bir görüntü elde edilememiş olup kollajen fibrillere ve tübül açıklıklara rastlanılmamıştır. Sadece EDTA uygulanan G8 (kontrol) grubunda (Resim 4.16) ise smear tabakasının dentin yüzeyinden

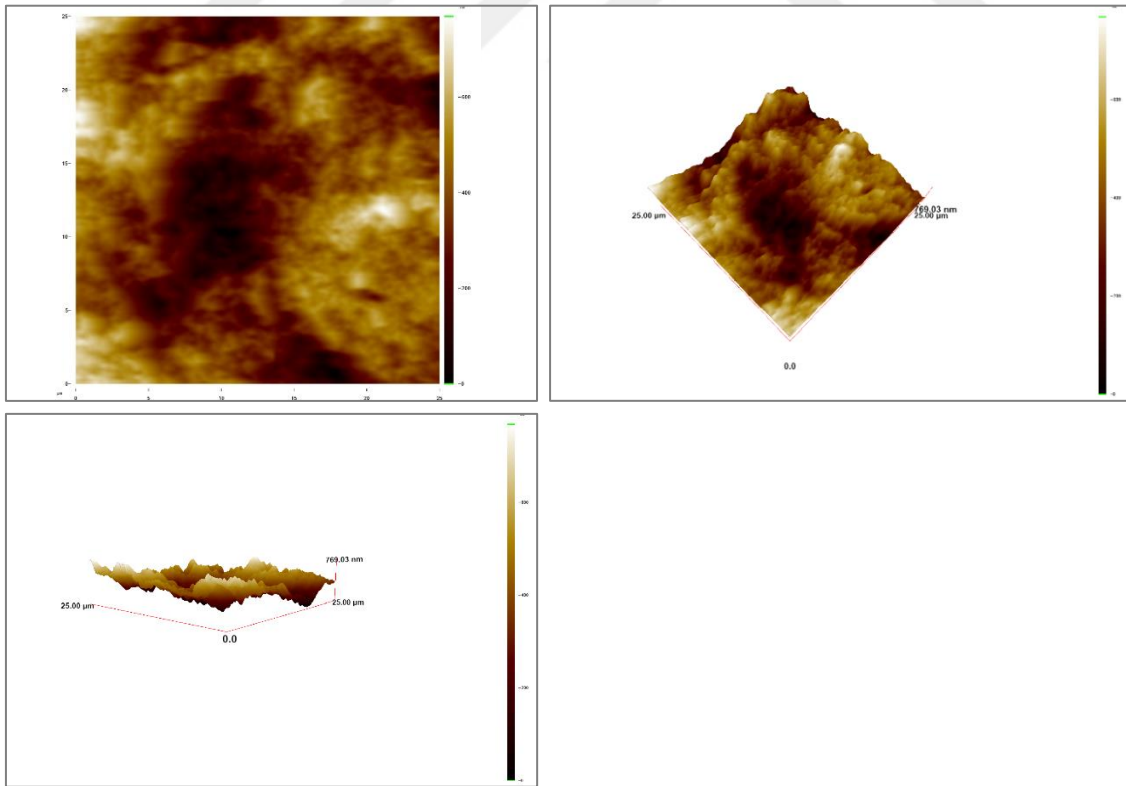
uzaklaşmasıyla tübüller açıklıklar gözlenmiştir. Yüzey pürüzlülüğü değerlendirildiğinde RMS değerleri sırasıyla G1 grubunda 87,57 nm, G2 grubunda 114,89 nm, G3 grubunda 136,74 nm, G4 grubunda 46,86 nm, G5 grubunda 88,19 nm, G6 grubunda 152,33 nm, G7 grubunda 86,70 nm ve G8 grubunda 0,25 μm olarak bulunmuştur. Gruplar içerisinde düşük RMS değeri 46,86 nm ile G4 kodlu numunede gözlemlenirken, en yüksek RMS değeri 250 nm olup G8 kodlu numunede elde edilmiştir.



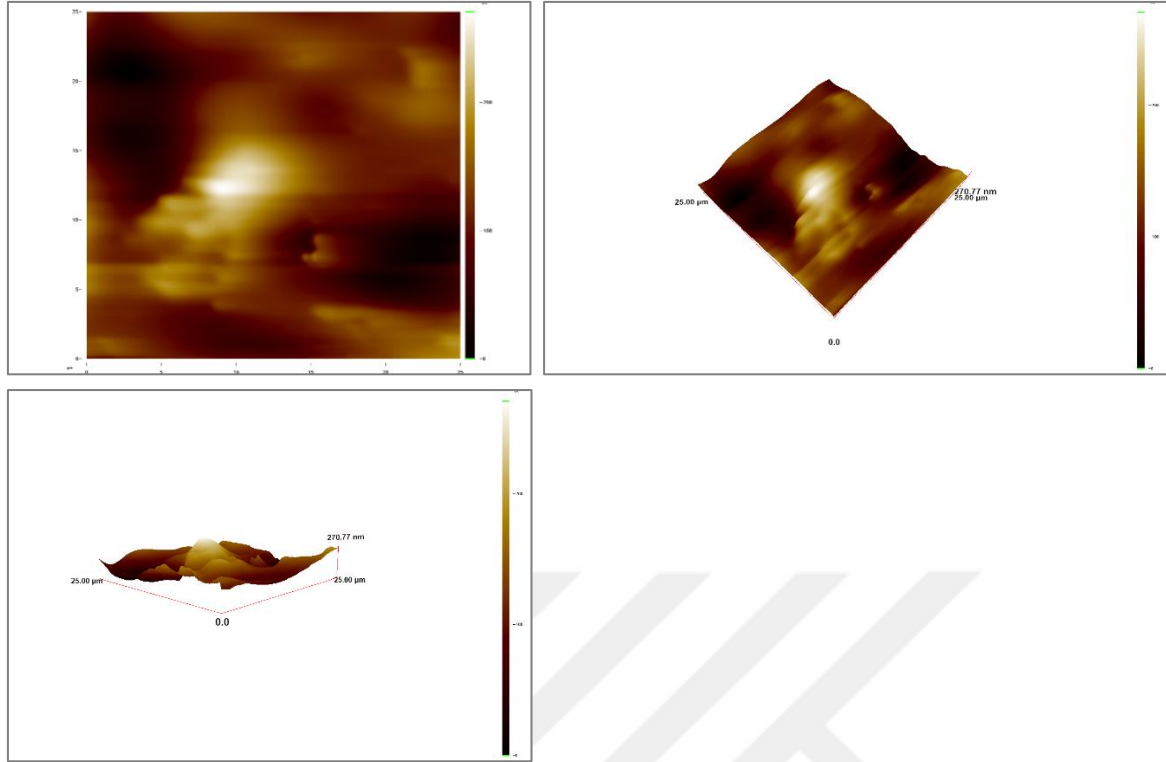
Resim 4.9. G1(üç katman kalsiyum fosfat) grubu 2d ve 3d AFM görüntüleri



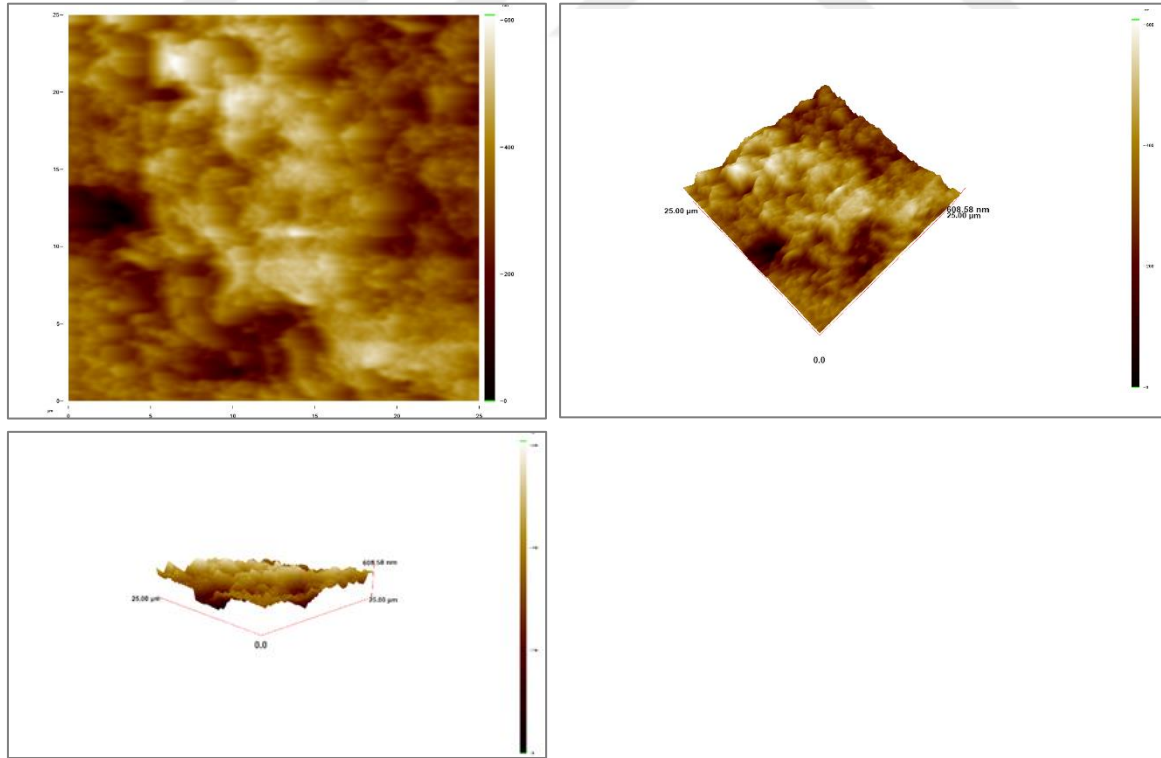
Resim 4.10. G2(iki katman kalsiyum fosfat) grubu 2d ve 3d AFM görüntüleri



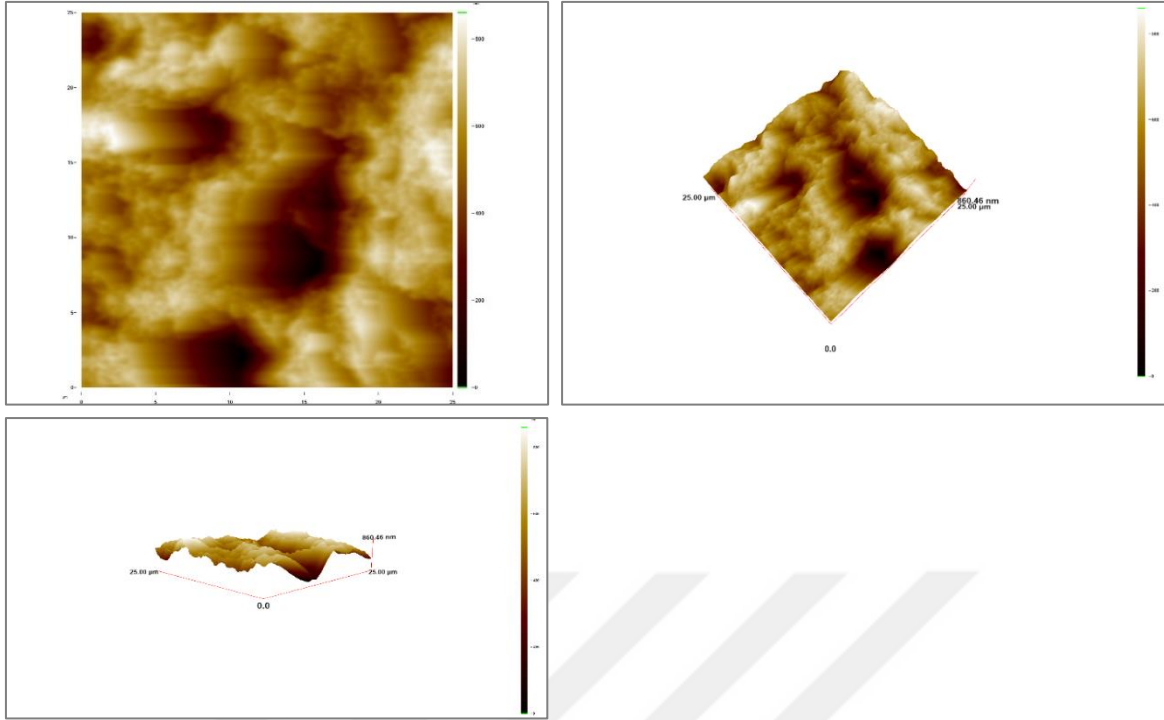
Resim 4.11. G3(immediat tek katman kalsiyum fosfat) grubu 2d ve 3d AFM görüntüleri



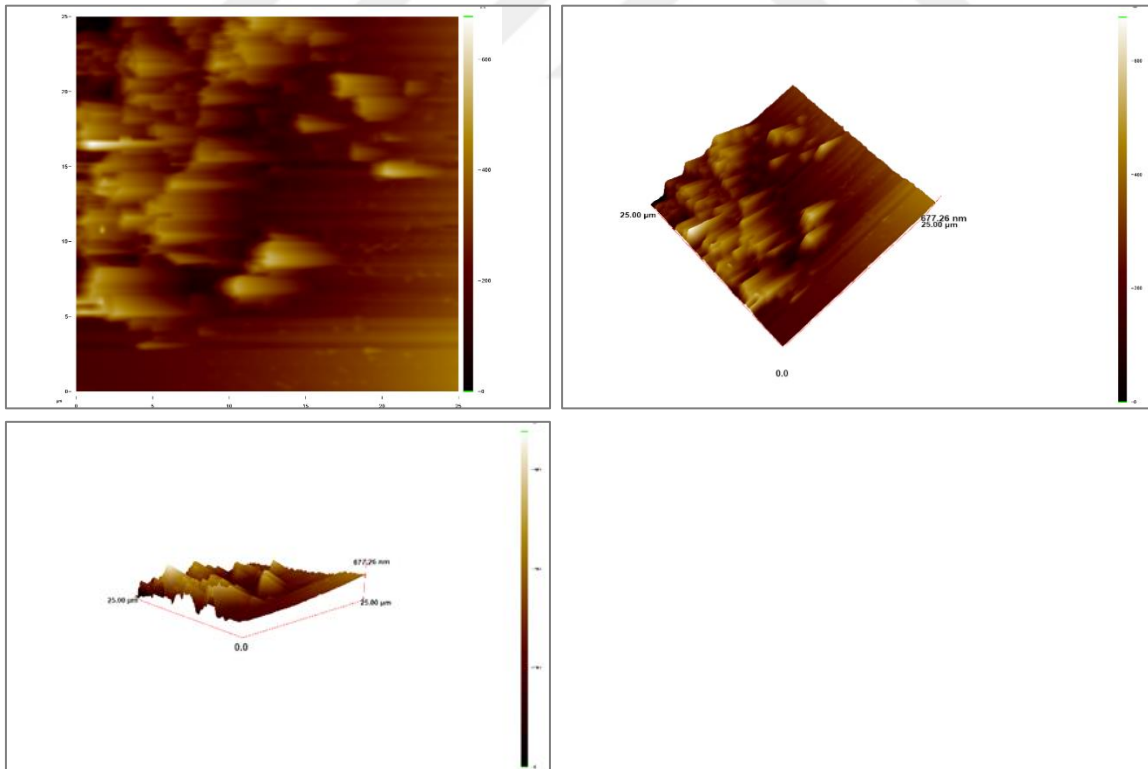
Resim 4.12. G4(tek kat kalsiyum fosfat ve siyanoakrilat) grubu 2d ve 3d AFM görüntüleri



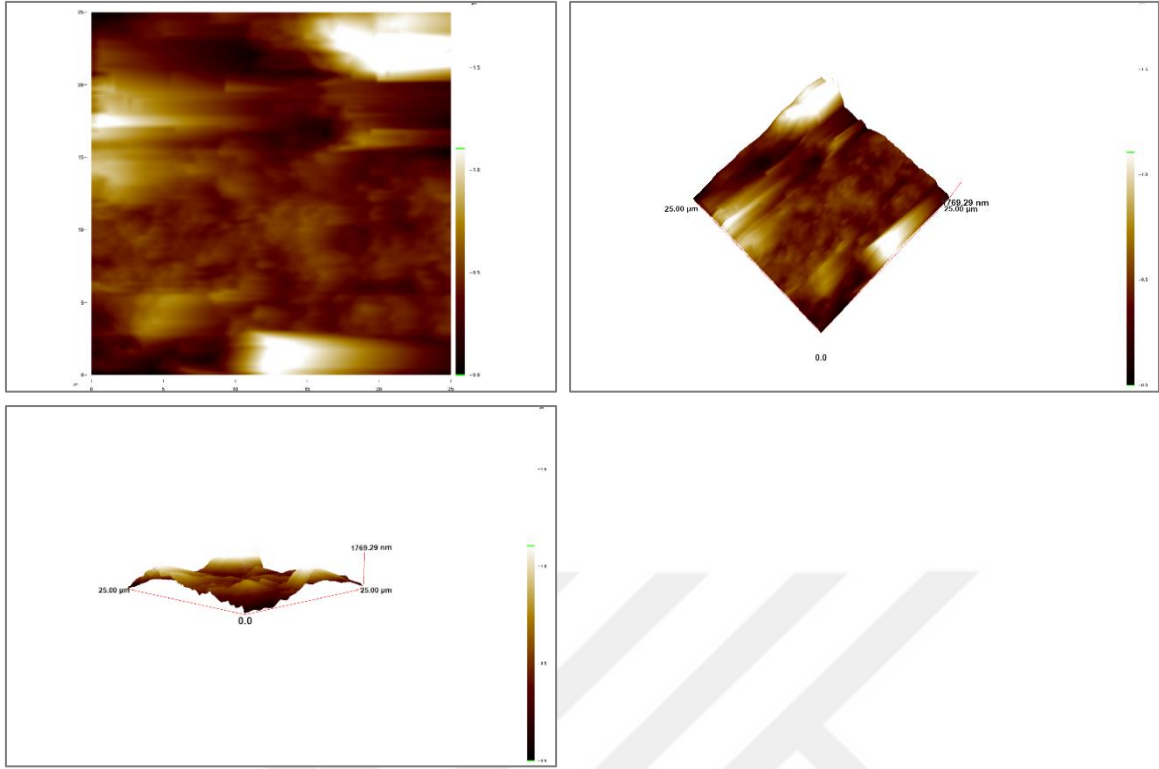
Resim 4.13. G5(immediat üç kat kalsiyum fosfat) grubu 2d ve 3d AFM görüntüleri



Resim 4.14. G6(immediyat iki kat kalsiyum fosfat) grubu 2d ve 3d AFM görüntüleri



Resim 4.15. G7(siyanoakrilat) grubu 2d ve 3d AFM görüntüleri



Resim 4.16. G8(kontrol) grubu 2d ve 3d AFM görüntüleri

5. TARTIŞMA

Dentin hassasiyeti toplumumuzda çok sık karşılaşılan ve hastanın çiğneme işlevini ve dolayısıyla beslenmesini hatta sosyal yaşantısını olumsuz yönde etkileyen önemli bir sorundur. Yapılan çalışmaların sonuçlarına göre % 1-98 geniş oran aralığında yaygınlık gösterebilmektedir [149]. Ayrıca Taani ve ark özel kliniklere ve periodontoloji kliniklerine dentin hassasiyeti şikayetiyle gelen 20-65 yaş aralığındaki sağlıklı bireylerde görülen DH yaygınlığı oranını sırasıyla % 42,4 ve % 60,3 olarak bildirmişlerdir [18].

Literatür incelendiğinde, dentin hassasiyetinin tedavisine yönelik farklı tedavi yöntemlerinin denenmiş olduğu ve sonuçta DH' ye ait semptomların azaldığı ya da ortadan kalktığı gösterilmiştir [178-180]. Ancak henüz hiçbir çalışma konuyla ilgili altın standart kabul edilebilecek kesin bir tedavi yöntemi bildirmemiştir. Dolayısıyla halen kesin bir tedavi seçeneğinin olmaması ve mevcut tedavilerin etkisinin kalıcı olmaması yeni çalışmalar yapılması ihtiyacını doğurmaktadır.

Çalışmamızda özellikle periodontal tedaviler sonrasında karşılaşılan dentin hassasiyeti için geliştirilmiş güncel olarak kullanılan hassasiyet giderici Teethmate ile oral bioadeziv madde olarak üretilmiş PeriAcryl preparatının dentin tübüllerini tıkamadaki etkinliği araştırılmıştır. Teethmate, tetrakalsiyum fosfat ($\text{Ca}_4(\text{PO}_4)_2\text{O}$) ve dikalsiyum fosfat anhidroz (CaHPO_4) içeren bir hassasiyet gidericidir. Bu madde sulu ortamda, dentin ve minenin ana maddesi olan hidroksiapatite dönüşerek dentin tübülleri ve mine çatlaklarını doldurur [27]. Ayrıca bu ajanın dentin geçirgenliğini azaltmada %92 oranında yüksek performans gösterdiği bildirilmiştir [181]. İn vitro araştırmalarda Teethmate' in uygulandığı dentin yüzeyinde tortulu bir yapı oluşturduğu [28, 182-184], kristalizasyon yoluyla açık dentin tübüllerini tıkadığı [181] ve böylece DH' yi gidermede başarılı sonuçlar verdiği bildirilmiştir [29, 31]. Machado ve ark' nın (2019) yayınladıkları in vitro çalışmada ise, Teethmate' in yapısında yer alan homojen tortuların dentin yüzeyine dağılmasıyla açık dentin tübüllerini verniklere göre daha yüksek oranda tıkadığı gösterilmiştir [182]. Diğer yandan Teethmate' in aside dayanıksız bir materyal olduğu [181, 182] ve bu durumun daha kalın tabaka şeklinde uygulanmasıyla azaltılabileceği bildirilmiştir [181]. Zhou ve ark' nın (2016) yaptıkları in vitro çalışmada Teethmate' in katmanlı uygulanmasının dentin tübüllerini tıkamada daha başarılı sonuçlar verdiği bildirilmiştir [29]. Nazım ve ark' nın (2019) yaptıkları in vitro çalışmada ise Teethmate' in ağız sıvılarına dayanımını arttırmak için PeriAcryl ile kombine

kullanılabileceği belirtilmiştir [185]. PeriAcryl, n-bütil siyanoakrilat ve 2-oktil siyanoakrilatın ideal bir karışımıdır. Yoğun kıvamlı bir doku yapıştırıcısı olan PeriAcryl biyouyumlu bir materyal olup uygulandığı yüzeyde nemle karşılaşması durumunda hızla sertleşerek bir film tabakası oluşturur ve yüzeye bağlanır [186]. İlk olarak 1980'lerde ve 1990' larda birçok araştırmacı siyanoakrilatın DH tedavisinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir [187-189]. Javid ve ark' nın (1987) yayınladıkları klinik çalışmada siyanoakrilatın % 33 sodyumflorid içerikli ajana göre immediyat etkinliğinin daha yüksek olduğunu ve dentin hassasiyeti tedavisinde etkin bir şekilde kullanılabileceğini bildirmişlerdir [189]. Barroso ve ark' nın (2008) 30 hastada yaptıkları klinik çalışmada siyanoakrilatın DH tedavisinde iyi sonuçlar verdiği ve siyanoakrilatın kontrol grubuna göre %7 oranında daha üstün olduğu rapor edilmiştir [190]. Perez ve ark' nın (2010) yaptıkları klinik çalışmada ise siyanoakrilatın dentin hassasiyetine etkisinin bazı tekniklerle (lazer + florid vernik, lazer + propolis) benzer etki gösterdiğini ancak siyanoakrilatın daha hızlı ve basit bir şekilde uygulanabilmesinin diğer tekniklere göre avantaj kabul edilebileceğini bildirmişlerdir [191]. Ayrıca siyanoakrilatın ağız sıvılarına ve aside karşı dayanıklı bir materyal olabileceği bildirilmiştir [185]. Ancak bu maddelerin katmanlı veya kombine uygulamalarıyla ilgili yayınların sınırlı olması ve etkilerinin değişkenlik göstermesi bu alanda araştırma yapılmasını gerektirmektedir.

Tüm bu araştırma sonuçlarını inceleyerek biz de çalışmamızda hem tek katman olarak hem de çok katmanlı kalsiyum fosfat içerikli ajan uygulamalarında, katmanların farklı zamanlarda ya da eşzamanlı uygulanmasının ve kalsiyum fosfat içerikli ajanının siyanoakrilat içerikli ajan ile kombine kullanılmasının dentin tübüllerini tıkama derecesine etkisini değerlendirdik.

İn vitro modeller, çalışma maliyeti ve sürelerinin kısa olması, daha az sayıda personel gerektirmesi, tek bir değişkeni diğer değişkenleri sabit tutarak değerlendirebilme gibi avantajlarından dolayı araştırmalar için sıklıkla tercih edilmektedir. Geçmişten günümüze kadar yapılmış dentin hassasiyeti tedavilerinin değerlendirildiği klinik çalışmalarda plasebo etkisinin çalışma sonuçlarını etkilediği görülmektedir [87, 192-194]. Plasebo etkisi, büyük ölçüde hekim-hasta etkileşimine bağlı olarak çeşitli fizyolojik ve psikolojik faktörlerin etkisiyle yapılan müdahaleye verilen yanıt olarak tanımlanmaktadır [87]. İn vitro çalışmalar, hastaya bağlı plasebo etkisi gibi yanıltıcı faktörlerin ortadan kalkmasına yardımcı olur. Bu tip çalışmalar, çeşitli boyutlarda dentin örneklerinin elde edilmesiyle dentin tübül

yapılarının, dentinin morfolojik ayrıntılarının ve uygulanan ajanların dentin tübülleri üzerinde tıkama veya örtüleme özelliklerinin SEM ölçümleri ile değerlendirilmesine ve daha gerçekçi sonuçlar elde edilmesine olanak sağlamaktadır [87]. Bu avantajları göz önünde bulundurarak çalışmamızda bir in vitro araştırma modeli kullandık.

Çalışmamızda, hassasiyet giderici ajanların etkinliğini değerlendirmek için kullanacağımız dentin örneklerinin elde edilmesinde, ortodontik nedenle çekimine karar verilmiş premolar dişler kullanılmıştır [195, 196]. Araştırmanın doğru sonuç verebilmesi için son 6 ay içerisinde kök kazınması ve kök yüzeyi düzleştirme işlemi uygulanmamış, kök yüzeyinde herhangi bir çatlak veya kırık bulunmayan, çürüksüz premolar dişler tercih edilmiştir. Ayrıca dentin tübüllerinin ortalama sayısı ve çapları; yaş, diş tipleri, mine-dentin kompleksinin derinliği ve dentin sklerozu gibi faktörlerden etkilenebilmektedir [197, 198]. Bu nedenle çalışmamızda kullanılmış olan premolar dişler belli bir yaş aralığındaki (15-25 yaş) bireylerden elde edilerek gruplar arasındaki farklılıklar önlenmeye çalışılmıştır [198].

Çekilen dişlerden oluşabilecek çapraz enfeksiyon riskini en aza indirmek için çekilen dişlerin steril edilmesi büyük önem taşımaktadır. Literatürde çekilen dişlerin sterilizasyonunu sağlamak için %10 formalin, damıtılmış su içinde %0,1 / %0,2 timol, %5,25 sodyum hipoklorit, %2 glutraldehit, %3 hidrojen peroksit, su (100 derece), otoklav (121 derece, 15 lbs psi basınçta) ve normal salin gibi yöntemler kullanılmıştır [181, 199-201]. Kumar ve ark (2005) çekilmiş dişlerin farklı yöntemlerle sterilizasyonunu test ettikleri çalışmalarında, çürüksüz dişlerde %10 formalin solüsyonu ve otoklav ile, amalgamlı dişlerde ise %10 formalin solüsyonu ile etkili dezenfeksiyonun elde edilebileceğini bildirmişlerdir [200]. Doddovad ve ark (2017) yayınladıkları çalışmada ise otoklavın, %5,25 sodyum hipokloritin ve %10 formalin solüsyonunun çekilmiş dişlerde kullanılabilecek en etkili dezenfeksiyon yöntemi olabileceğini bildirilmiştir [199]. Ayrıca %10 formalin solüsyonunun, dentin disklerinin yapısını değiştirmeden dezenfekte etmek için [201] ve çekilmiş dişlerin dezenfeksiyonunu sağlamak için kullanılabilecek en etkili ve en yaygın yöntem olduğu bildirilmiştir [185, 195, 201]. Çalışmamızda ulaşılması ve kullanımının kolay olması, diş yapısına zarar vermemesi ve etkili bir dezenfektan olması dolayısıyla %10 formalin solüsyonu çekilen dişlerin dezenfeksiyonu için kullanılmıştır.

Bu tip çalışmalarda dentin örneklerinin elde edilmesinde döner aletlerle kesme [166, 195] veya elde kesme yöntemleri kullanılmıştır [31, 185]. Mordan ve ark in vitro çalışmalarda

çekilmiş dişlerden elde edilen dentin örneklerinin, hassasiyet giderici ajanların dentin tübülleri üzerine etkinliğini değerlendirmek için etkili bir şekilde kullanılabileceğini bildirmişlerdir [202].

Dentin hassasiyetinin %93 oranında dişlerin servikal bölgesinde görüldüğü bildirilmiştir [66]. Bukkal servikal bölgelerdeki dentin tübüllerinin hassasiyet görülen dişlerde hassas olmayan dişlere kıyasla daha fazla sayıda (8 kat) ve daha geniş (2 kat) olduğu görülmüştür [71]. Öncü ve ark, Tunar ve ark ve Çakar ve ark dentin tübül örtücülüğünü değerlendirdikleri in vitro çalışmalarında 3 mm' lik dentin örnekleri kullanmışlardır [31, 203, 204]. Ayrıca, literatürde 1 mm [205-208], 0,5-0,9 mm [181, 209] veya 2 mm [195] kalınlığında dentin diski kullanan çalışmalar da mevcuttur. Bu bilgiler ışığında çalışmamızda dentin hassasiyetinin daha fazla görüldüğü bölgeler hedeflenerek dişlerin kron kısmı ve apikal üçte birlik kısmı çıkartılmış ve dişin kalan kısmından 3 mm kalınlığında dentin örnekleri elde edilmiştir.

Dentin hassasiyeti kök dentinindeki tübüllerin ağız ortamına açılması ve yüzeydeki smear tabakasının ortadan kaldırılmasıyla gelişir [71]. Smear tabakası, işlem sırasında dentin yüzeyinde oluşan şekilsiz mineral partikülleri ve denatüre kollajenden oluşur [210]. Oluşan smear tabakası dentin tübüllerinin ağızlarını tıkar. Uygulanacak ajanların etkinliğinin doğru bir şekilde değerlendirilebilmesi için oluşan bu smear tıkaçlarının ortadan kaldırılması gerekir. Smear tabakasının kaldırılabilmesi için dentin örneklerine farklı konsantrasyonlarda EDTA [29, 31, 166, 208, 211], %37 fosforik asit [205, 212], %6 sitrik asit [195, 213] ve %1 sitrik asit [173, 185, 203, 204] gibi ajanların kullanılabileceği bildirilmiştir. EDTA dentin demineralizasyonunu ve smear tabakasının uzaklaştırılmasını indükleyen bir şelasyon ajanıdır [214]. Yamada ve ark (1983) yayınladıkları çalışmalarında smear tabakasının kaldırılmasında ve dentin tübüllerinin açığa çıkarılmasında, sodyum hipoklorid ile birlikte kullanılan %17'lik EDTA solüsyonunun sodyum hipoklorid ile kullanılan %25'lik sitrik asite göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir [215]. Çalışmamızda smear tabakasının uzaklaştırılması ve dentin tübüllerinin açığa çıkarılması için dentin disklerine %17' lik EDTA solüsyon uygulanmış ve daha sonra örnekler SEM ve AFM incelemesinden önce her grup için belirlenen sürelerde yapay tükürükte bekletilmiştir.

İn vitro çalışmalarda, ağız ortamının taklit edilebilmesi için test materyalleri ile doğal tükürüğüne benzer şekilde etkileşim gösterecek yapay tükürük kullanılmaktadır [29, 175,

185, 216, 217]. İnsan tükürüğünün özelliklerini tam olarak kopyalayabilecek ve evrensel olarak uygulanabilecek tek bir yapay tükürük modeli oluşturmak, doğal tükürüğün içeriğinde bir çok değişkenin bulunması nedeniyle mümkün değildir [218, 219]. Yapay tükürük içerisinde bulunan bileşenlerin farklı in vivo ve in vitro sonuçlara neden olabileceği belirtilmiştir [219]. Dolayısıyla günümüze kadar yapılan çalışmalarda farklı formülasyonlar geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Farklı yapay tükürük formülasyonlarının karşılaştırıldığı bir derlemede, içeriğin üç bileşenden (NaHCO_3 , NaCl , KCl) dokuz bileşene kadar çeşitlilik, pH değerinin ise 5.0 ile 7.3 arasında değişkenlik gösterebileceği ve tüm formülasyonlar değerlendirildiğinde ortak tek bileşenin KCl olduğu bildirilmiştir [220]. Çalışmamızda hazırlanan dentin örnekleri Dionysopoulos ve ark' nın [221] çalışmalarında kullandıkları yapay tükürük içeriği modifiye edilerek hazırlanmıştır ve örnekler birçok çalışmadakine benzer şekilde [29, 175, 216, 217] her grup için belirlenen sürelerde yapay tükürükte bekletilmiştir.

Dentin yüzeyine uygulanan maddelerin dentin tübüllerini tıkama derecelerinin değerlendirildiği araştırmalarda mikroskopik yöntem olarak, taramalı elektron mikroskobu, stereomikroskop, atomik kuvvet mikroskobu, transmisyon elektron mikroskobu ve lazer taramalı konfokal mikroskop gibi çeşitli mikroskop yöntemleri tercih edilebilmektedir. Son yıllarda çalışmalara objektif değerlendirme imkanı sağlaması dolayısıyla SEM ve mikro analizlerler en sık tercih edilen yöntemlerdir. Özellikle SEM, diş hekimliği alanında yapılan araştırmalarda diş sert dokularının incelenmesinde ve değerlendirilmesinde sıklıkla tercih edilmektedir. Yüksek çözünürlüğü, 3D görüntü verebilme imkânı, yüzey topografyası hakkında bilgi verebilmesiyle ve tübül tıkanıklığını oldukça iyi gösterebilmesiyle hassasiyet çalışmalarında oldukça tercih edilen bir yöntemdir [29, 31, 175, 195, 196, 205, 222-225]. İn vitro çalışmalarda, dentin parçaları üzerinden, dentinin yapısal ayrıntılarının ve uygulanan maddelerin dentin tübüllerini tıkama derecelerinin SEM ölçümleri ile ayrıntılı bir şekilde değerlendirilebileceği bildirilmiştir [202]. Genel olarak dentin hassasiyeti' nin, açık dentin yüzeyinde bulunan dentin tübülleri aracılığıyla çevresel uyaranların pulpa sinirlerini uyarması sonucu ortaya çıktığı [226], ayrıca ağız ortamına açık dentin tübüllerinin sayısı ve genişliği gibi faktörlerin uyaranların pulpaya iletim hızı ile doğru orantılı olduğu bildirilmiştir [227]. Dentin hassasiyeti tedavisinde başarılı sonuçlar elde edebilmek için ağız ortamına açık bu dentin tübüllerinin etkili bir şekilde daraltılması ya da tamamen tıkanması gerekmektedir. Dolayısıyla, çalışmamızda kullanılan test ajanlarının DH tedavisine olan etkinliğini in vitro olarak değerlendirmek için, açıkta kalan dentin tübüllerinin çapını,

alanını, açık tübül sayısını ve yarı tıkalı tübül sayısını SEM cihazını kullanarak literatürdeki çalışmalara benzer şekilde değerlendirdik [29, 31, 185, 195, 211].

SEM mikrofotografı kullanılarak dentin yüzeyinin morfolojik ayrıntılarının değerlendirildiği çalışmalarda fotoğraflar üzerinden tamamen açık tübül sayısı, yarı tıkalı tübül sayısı, açık tübüllerin alan ve çap değerleri belirlenip yüzdelikleri alınarak her örnek için sayısal veriler elde edilebilmektedir [196]. Günümüzde birçok in vitro çalışmada dentin tübülleri değerlendirilirken standardizasyonu sağlayabilmek için en etkili yöntemlerden biri olan Image J programı kullanılmaktadır [182, 228-230]. Çalışmamızda dentin yüzeyinin morfolojik ayrıntıları değerlendirilirken her örnek için elde edilen mikrofotograflardaki görüntüleri sayısal verilere çevirmek için bu program kullanılmıştır. Mikrofotograf programına yüklendikten sonra tamamen açık dentin tübülleri, yarı tıkalı dentin tübülleri manuel olarak işaretlenmiş ve açık tübüllerin alanları ve çapları hesaplanmıştır. Açık tübüllerin alanlarının ve çaplarının hesaplanması açık dentin tübüllerinin çap ve sayı korelasyonunu vermektedir. Çalışmamızda açık tübüllerin çap ortalaması ile açık dentin tübülü sayısı ve açık tübüllerin alan ortalaması ile açık tübül sayısı arasındaki korelasyon değerlendirilmiş olup her iki durum için de istatistiksel olarak pozitif yönlü ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Uygulanan çeşitli materyallerin dentin yüzey pürüzlülüğüne etkisini ve dentin örneklerindeki tübül açıklığı ve tübüller arası yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek için atomik kuvvet mikroskopundan (AFM) yararlanılabilmektedir [31, 166, 172, 176, 231-233]. AFM, nano ölçekte doğal biyomoleküllerin yüzey topografisinin belirlenmesi için en etkili araçlardanır. AFM taramasında numune yüzeyi, uç çapı 10 nm olan 2µ uzunluğunda keskin bir iğne ile incelenir. İğne 100-400 µ uzunluğunda bir konsolun serbest ucunda bulunur. İğne ile numune yüzeyi arasındaki yükler, konsolun bükülmesine veya sapmasına neden olur. Bir gösterge konsolun sapmasını ölçerken iğne numune yüzeyini tarar [161]. İncelemenin yapılacağı numune yüzeyinde herhangi bir çentik veya girinti olmamalıdır. Dolayısıyla AFM incelemesi için hazırlanan örnekler SEM örneklerinden farklı olarak düz bir yüzey oluşturularak hazırlanmıştır. Teethmate hassasiyet giderici ajanın tek katman uygulandığı bir in vitro çalışmada dentin yüzeyi AFM cihazıyla incelenmiş ve yüzeyde kısmen tıkalı tübüller ve kristalizasyon yapısının gözlemlendiği bildirilmiştir [31]. Çalışmamızda yüzey özelliklerini değerlendirmek için AFM’ den yararlanılmış ve benzer şekilde tek kat

Teethmate uygulanan grupta kısmen tıkalı tübüller ve tüm Teethmate gruplarında kristalizasyon yapısı gözlenmiştir.

Diş macunları, ağız gargaraları, sakızlar, jeller, vernikler, solüsyonlar, rezin içerikli örtücüler, cam iyonomer, adesiv sistemler ve lazer gibi non invaziv tedavi seçenekleri geri döndürülebilir, tehlikesiz, kolay ve ucuz yöntemler olmaları dolayısıyla dentin hassasiyeti tedavisinde sıklıkla tercih edilir. Kullanılan ajanların etki mekanizması; dentin tübüllerinin kimyasal veya mekanik blokajı ve pulpa ile dentin-odontoblast-sinir terminal kompleksi arasında meydana gelen nosiseptif transdüksiyon/transmisyonu doğrudan durdurarak sinir uyarılmasını baskılama esasına dayanır [78]. Günümüze kadar, florür bileşikleri (Sodyum flüorür, Kalay flüorür), oksalat bileşikleri (Potasyum oksalat, ferrik oksalat), kalsiyum bileşikleri (kalsiyum hidroksit, kalsiyum fosfat), Bioaktif camlar, Sronsiyum klorid, protein çökelticiler (gluteraldehit, gümüş nitrat, pro-Argin), vernikler ve jeller, potasyum nitrat gibi kimyasal ajanların yanında kompozitler, rezinler, adezivler, cilalar, simanlar ve lazerler gibi fiziksel örtücülüğü sağlayan ajanlar gibi birçok yöntem dentin hassasiyeti tedavisi için kullanılmıştır [50]. Yapılan literatür taramasında, çalışmalarda çeşitli ajanlar kullanılarak farklı sonuçların elde edildiği görülmektedir. Florür bileşikleri DH üzerine etkisini, dentin tübülleri içerisinde kalsiyum florür kristallerini çökelterek ve dentin geçirgenliğini azaltarak gösterir [10]. Ancak dentin yüzeyinde oluşturulan bu çökelti tükürük veya fırçalamanın etkisiyle kolaylıkla uzaklaştırılması dolayısıyla florür bileşiklerinin etkinliğinin uzun süreli olmadığı belirtilmiştir [5]. Oksalatların DH üzerine etkilerini, dentin tübüllerini tıkayarak ve dentin geçirgenliğini %98'e kadar azaltarak gösterdikleri çalışmalarla gösterilmiştir [90, 234]. Ancak bulgular oksalat bileşiklerinin de DH üzerine etkisinin kısa süreli olduğunu göstermiştir [235]. DH' nin azaltılması için kullanılan flor verniklerinin etkileri de kısa sürelidir ve birkaç kez uygulanması gerekir [128]. Dentin adesiv sistemler ve restoratif materyaller genel olarak, dentin tübülleri içerisine rezin uzantıları oluşturarak ve dentin tübüllerindeki sıvı akışını engelleyerek etki gösterirler [236]. Ancak dentin tübüllerine penetrasyon derinliğinin yetersiz olması ve zamanla aşınmaları dolayısıyla belli periyotlarla tekrarlanma gerekliliği bu sistemlerin etkinliğini sınırlandırmaktadır [130, 236]. Diğer yandan Gillam ve ark yayınladıkları in vitro çalışmada dentin yüzeyinin asitlenmesinin adesiv rezinlerin yüzeye daha iyi tutunmasını sağlarken bazen asitleme işlemi sırasında hassas olmayan dentin tübüllerinin de açığa çıkabileceği ve bu durumun tedaviyi güçleştirebileceğini bilirmişlerdir [35].

Lazerlerin dentin hassasiyeti tedavisinde kullanılabileceği yayınlanmış birçok çalışmada gösterilmiştir [21, 237, 238]. He-Ne (Helyum-Neon) Lazer, Ga-Al-As (GalyumAliminyum-Arsenit) (Diyot) Lazer, Nd: YAG (Neodmiyum: Yitriyum Aliminyum Garnet) Lazer, CO₂ (Karbondiyoksit) Lazer ve Erbiyum Lazerler (Er: YAG ve Er,Cr:YSGG) dentin hassasiyeti tedavisinde tek başlarına ya da farklı kimyasal ajanlarla kombine olarak kullanılabilmektedir [177, 239-242]. Lazerlerin stannoz florid ve sodyum florid ile kombine kullanımının, lazerin tek başına uygulanmasına göre tedavi etkinliğini %20 den fazla arttırabileceği bildirilmiştir [239, 240]. Kumar ve ark yayınladıkları klinik ve in vitro çalışmada Nd: YAG lazer ve % 5 NaF vernik kombinasyonunun her ikisinin de tek başına kullanılmasına göre kombine uygulamanın daha etkin olduğunu bildirmişlerdir [177]. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre kombine tedavi etkinliği; tek başına uygulanan lazerden ve hassasiyet giderici ajandan daha etkili bulunmuştur. Diğer yandan dentin yüzeyine uygulanan lazerlerin dentinde kırık oluşturma, erimeye neden olma ve takiben katılaşma ile daha pürüzlü bir yüzey oluşturma ve yüzey distorsiyonuna neden olma gibi dezavantajları da vardır [31, 243]. Öncü ve ark. (2017), çeşitli hassasiyet giderici ajanlar ile lazerlerin tek başlarına ve kombine uygulamalarının DH' ye olan etkinliğini değerlendikleri çalışmalarında lazerlerin etkinliğinin hassasiyet giderici ajanlara göre daha üstün sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Ancak çalışma sonuçlarına göre lazerlerin dentin yüzeyinde bozulmalara neden olmasından dolayı DH tedavisinde hassasiyet giderici ajanların kullanımının daha avantajlı olabileceğini belirtmişlerdir [31]. Lazerin dezavantajları göz önünde bulundurulduğunda siyanoakrilat içerikli ajanların lazere göre daha ekonomik ve ulaşılabilir bir materyal olması, kombine uygulamalarda kullanımını avantajlı hale getirebilir.

Periodontal tedavi sırasında kazıma ve kök yüzeyi düzeltme işlemi yapılarak yüzey eklentileri ile hastalıklı sement diş yüzeyinden uzaklaştırılır. Bu durumun sonucu olarak DH' nin ortaya çıkabileceği veya var olan DH' nin şiddetlenebileceği belirtilmiştir [244]. Diğer yandan, DH görülen hastalarda ağırlı bölgelerde fırçalamanın ve dolayısıyla oral hijyenin etkili bir şekilde yapılamamasından dolayı plak eliminasyonu yeterli derecede sağlanamamakta ve periodontal problemler daha da şiddetlenebilmektedir [12]. Gusmao ve ark'nın yayınladıkları sistematik bir derlemede, subra ve subgingival periodontal işlemlerden sonra DH şikayetlerinin arttığı ve 30 gün boyunca devam ettiği, hastalarda genellikle beşten fazla dişte hassasiyetin görüldüğü ve en çok alt ön dişlerin bu durumdan etkilendiği bildirilmiştir [244]. Periodontal tedavilerden (kök kazıması ve düzleştirilmesi, flep cerrahisi) sonra sıklıkla dişeti çekilmesiyle iyileşme görülür ve kök dentininin açığa

çıkmasıyla çoğunlukla DH şikayetleri ile karşılaşılır. Dişeti çekilmesi dentin hassasiyetine neden olan en önemli risk faktörü olarak bildirilmiştir [12]. Loe ve ark yayınladıkları çalışmalarında hem ağız hijyeni kötü olan hastalarda hem de ağız hijyeni iyi olan hastalarda DH' nin yaygın bir şekilde görülebileceğini bildirmişlerdir. Bu durumu; temelde, diş fırçalama alışkanlıkları ile ilişkili dişeti çekilmesine ve periodontal hastalık veya periodontal hastalık ile ilişkili faktörlerin varlığına bağlı iki mekanizmayla DH' nin ortaya çıkabileceğini belirterek açıklamışlardır [245]. Gilliam ve ark yayınladıkları çalışmalarında ise plak kontrolü iyi olan hastalarda daha fazla diş eti çekilmesi ve dolayısıyla daha fazla DH görülebileceğini bildirmişlerdir [51].

Periodontal cerrahi tedavi, DH tedavisinde ilk tercih edilen tedavi yöntemi olmasa da lokal olarak uygulanan hassasiyet giderici ajanların yetersiz kaldığı ve estetik problemlerin bulunduğu durumlarda tercih edilebilmektedir. Periodontolojide, dişeti çekilmesi olgularında çeşitli cerrahi işlemler açığa çıkmış kök yüzeylerinin kapatılması ve dentin hassasiyetinin tedavi edilebilmesi için uygulanmaktadır. Laterale veya koronale kaydırılmış flep, tünel tekniği, koronale kaldırılmış flep tekniği ile subepitelyal bağ dokusunun kombine kullanılması, tünel tekniği ile bağ dokusunun kombine kullanılması, aselüler dermal matris ve domuz kaynaklı kollajen matris ile kullanılan kombine uygulamalar, emilebilir ve emilemeyen membranların kullanıldığı yönlendirilmiş doku rejenerasyonu ve mine matris türevlerinin kullanıldığı kombine cerrahi uygulamalar diş eti çekilmelerinin tedavisinde kullanılmaktadır [24]. Cerrahi tedavilerin sonuçları her zaman öngörülemezdir. Bölgedeki dişeti fenotipi, çekilme derinliği, dişeti kalınlığı, interdental ataşmanın bütünlüğü, çekilmenin görüldüğü diş yüzeyinde servikal defekt varlığı ve hastaya bağlı faktörler (parafonksiyonel alışkanlıklar, oral hijyen alışkanlıkları, psikolojik faktörler) cerrahi tedavilerin başarısını etkilemektedir [24]. Ayrıca cerrahi işlemlerden sonra postoperatif kanama, ekimoz, yumuşak doku dehisensi, nekroz, ağrı, şişlik gibi komplikasyonlarla karşılaşılması ve bazı cerrahi uygulamalarda ikinci bir yara alanının oluşturulması gibi nedenlerden dolayı cerrahi tedaviler genellikle hastalar tarafından öncelikli olarak tercih edilmemektedir [246]. Marinho ve ark' nın (2021) yayınladıkları meta-analize göre cerrahi sonrası altı aylık takipte, Miller sınıf I ve sınıf II veya Cario [247]' nun sınıflamasına göre çekilme tip 1 olgularında mukogingival cerrahi tedavilerin dentin hassasiyetini yönetmede başarılı sonuçlar vermediği bildirilmiştir [248]. McGuire ve ark' nın koronale kaydırılmış flep cerrahisinin bağ dokusu ve mine matriks türevleri ile kombine uygulanmasının kök yüzeyini kapatmadaki başarısını klinik parametrelerle değerlendirdikleri çalışmalarında

tedavi öncesi ve sonrasında dentin hassasiyeti bulgularında anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir [249]. Diğer yandan Oliveira ve ark' nın yayınladıkları sistematik derlemede, elde edilen verilere göre mukogingival cerrahinin DH' nin yönetiminde değişken klinik etkinliğe sahip olduğunu, işlem sonrasında DH' deki azalmanın oral hijyen motivasyonunun sağlanmasına ve plasebo etkisine bağlı olabileceğini bildirmişlerdir [250]. Dolayısıyla mukogingival cerrahinin bahsi geçen dezavantajları ve DH tedavisindeki etkinliğinin belirsiz olması göz önüne alındığında DH öncelikle konseratif yaklaşımlarla tedavi edilmeye çalışılmalıdır. Diğer tedavi seçeneklerinin yetersiz kaldığı ve diş eti çekilmesinin kabul edilemez derecede estetik problemlere yol açtığı durumlarda mukogingival cerrahi DH tedavisinde son seçenek olmalıdır.

Hassasiyet giderici ajanların dentin tübüllerini tıkama etkinliğinin değerlendirildiği çalışmalarda birçok araştırmacı, uygulanan ajanın tedaviye olan etkinliğini belirleyebilmek için test gruplarını kontrol grupları ile kıyaslamıştır. Tunar ve ark çalışmalarında %1 sitrik asidi 1 dk. boyunca dentin yüzeyine uygulamışlar ve kontrol grubuna ait örneklerde tübül çaplarının ortalamasını $2,41 \pm 0,11 \mu\text{m}$ olarak bildirmişlerdir [203]. Tosun ve ark %1 sitrik asidi 5 dk. boyunca dentin yüzeyine uygulamışlar ve kontrol grubundaki tübül çaplarının ortalamasını $2,3 \pm 0,44 \mu\text{m}$ olarak bildirmişlerdir [173]. Gholami ve ark ise 2 dk. süre ile EDTA uygulamasını takiben kontrol grubu tübül çap ortalamasını $3,52 \pm 1,04 \mu\text{m}$ olarak bildirmişlerdir [222]. Xiao ve ark. çalışmalarında kontrol grubundaki dentin örneklerine 15 sn. süreyle %37 fosforik asit uygulamışlar ve kontrol grubu çap ortalamalarını $3,53 \pm 0,53 \mu\text{m}$ olarak bildirmişlerdir [205]. Bu çalışmada kontrol grubunda bulunan dentin örneklerine 1 dk. boyunca %17 EDTA uygulanmış ve smear tabakasının etkili bir şekilde dentin yüzeyinden uzaklaştırıldığı tespit edilmiştir. SEM incelemesinde elde edilen mikrofotograflarda kontrol grubunun açıkta kalan dentin tübül çaplarının ortalaması $1,85 \pm 0,38 \mu\text{m}$, açıkta kalan dentin tübüllerinin alan ortalaması $2,0 \pm 1,0$ ve açıkta kalan dentin tübüllerinin sayısı $103,92 \pm 11,05$ olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubundaki örneklerin ortalama çapı literatürlerle uyumlu şekilde diğer test gruplarına göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,001$).

İn vitro çalışmalarda uygulanan ajanların DH üzerine etkinliğini değerlendirmek için SEM mikrofotografları üzerinden tamamen açık ve yarı tıkalı dentin tübülleri sayılarak ajanların dentin tübüllerini tıkama derecesi belirlenebilmektedir. Literatürde birçok çalışma bu değerleri belirleyerek test ajanlarını karşılaştırmış [31, 175, 195] ve bu değerleri kullanarak

belirli yüzdelikler elde etmişlerdir [31, 175, 176]. Uygulanan test ajanları dentin yüzeyinde bir tabaka oluşturarak tam tıkalı dentin tübüllerinin sayılmasını zorlaştırmaktadır. Dolayısıyla kontrol grubundaki her bir örnek için belirlenen tamamen açık tübül sayılarının ortalaması alınarak her grup için tamamen açık dentin tübülü sayısı belirlenmektedir. Belirlenen bu değerden tamamen açık ve yarı tıkalı tübüllerin toplamının çıkarılmasıyla her bir örnek için tamamen tıkalı tübül sayısı elde edilebilir [176]. Ayrıca bahsedilen şekilde belirlenen değerlerle açık dentin tübül sayısı / kontrol grubu ortalama açık tübül sayısı x 100 formülü kullanılarak her bir örnek için yüzdelik değerler elde edilebilir [175, 176]. Tunar ve ark (2014) yayınladıkları çalışmada, DH' nin kök yüzeyinde açıkta kalan dentin tübüllerinin sayısı ile ilgili olduğunu ve başarılı bir DH tedavisi için temel amacın dentin tübüllerinin kısmen veya tamamen tıkanması olduğunu bildirmişlerdir [203]. Öncü ve ark. Teethmate hassasiyet giderici ajanı, Gluma hassasiyet giderici, Nd: YAG lazer, Er: YAG lazer ve kombine uygulamalarla (Gluma + Er: YAG ve Teethmate + Er: YAG) dentin örtücülüğü yönünden karşılaştırmış ve tek kat Teethmate uygulamasının diğer gruplara göre daha fazla tamamen açık tübül sayısı, daha fazla yarı tıkalı tübül sayısı ve daha az tamamen tıkalı tübül sayısı gösterdiğini bildirmişlerdir [31]. Literatürdeki çalışmalara benzer şekilde bu çalışmada da tamamen açık tübül sayısı, yarı tıkalı tübül sayısı ve tamamen tıkalı tübül sayıları belirlenerek her grup için yüzdelik değerler elde edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre tek kat uygulamanın ve immediyat iki kat uygulamanın yapıldığı gruplarda literatürle uyumlu olarak diğer gruplara göre daha fazla tamamen açık tübül sayısı, daha fazla yarı tıkalı tübül sayısı ve daha az tamamen tıkalı tübül sayısı görülmüştür.

Klinik pratiğinde çeşitli amaçlarla kullanılan ajanların dentin yüzeyine olan etki mekanizmalarını etkileyebilecek birçok faktör bulunmaktadır. Özellikle dentin yüzeyine uygulanan materyal tipi, uygulama tekniği ve hastaya bağlı faktörler dentin yüzeyine uygulanan ajanların etkinliğini önemli derecede etkiler. İn vitro çalışmalarda hasta faktörü ortadan kalktığı için kullanılan materyal ve uygulama teknikleri üzerine yoğunlaşılmalıdır. Farklı materyalleri farklı tekniklerle uygulayarak tekniklerin ve materyallerin etkisini değerlendirmiş birçok çalışma bulunmaktadır [29, 251-254]. El-Askary ve ark (2012) yayınladıkları çalışmalarında dentin yüzeyine uygulanan adesiv sistemlerin performansını etkileyen en önemli faktörün hava ile kurutma aşaması olduğuna dikkat çekmişlerdir. Çalışmada iki aşamalı adesiv sistem farklı tekniklerle uygulanmış ve hava ile kurutma mesafesinin bağlanma direnci üzerine etkisinin olduğu bildirilmiştir [252]. Chiba ve ark'nın (2006) yayınladıkları çalışmada ise, 5 farklı tek aşamalı self-etch adesiv sistemin farklı

sürelerde hava ile kurutulmasının dentin yüzeyine bağlanma direnci üzerine etkisi değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre hava ile kurutma süresinin arttırılmasının bağlama direncine olumsuz etki gösterdiği bildirilmiştir [251]. Lee ve ark (2012) iki farklı tek aşamalı self-etch adesiv sistemi test ettikleri çalışmalarında dentinin nem derecesinin ve hava ile kurutma süresinin dentine bağlanma direncine etkisini değerlendirmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre materyal tipi, dentinin nem derecesi ve hava ile kurutma süresi gibi üç önemli faktörün dentine bağlanma direnci üzerine etkili olabileceğini bildirmişlerdir [254]. Bizde çalışmamızda farklı materyalleri farklı tekniklerle uyguladık. Çalışmamızda kalsiyum fosfat içerikli ajan hem aralıklarla hem de immediyat olarak katmanlı uygulanmıştır. İmmediyat katmanlı uygulama yapılan gruplarda uygulamalar arasında dentin yüzeyi yıkandıktan sonra hava ile kurutulmuştur. Çalışma sonuçlarımıza göre aralıklarla katmanlı uygulanan gruplar immediyat katmanlı uygulanan gruplardan istatistiksel olarak üstün sonuçlar vermiştir. Dolayısıyla immediyat katmanlı uygulama sırasında hava ile kurutma işleminin kalsiyum fosfat içerikli ajanın dentin tübüllerini tıkama etkinliğini azalttığı söylenebilir.

Hassasiyet giderici ajanların katmanlı veya kombine uygulanmasıyla dentin tübüllerini tıkama etkinliği artabilmektedir. Zhou ve ark (2016) yayınladıkları çalışmalarında Teethmate ajanının tek katman ve üç katman uygulamasını karşılaştırmışlar ve üç katman uygulamanın daha etkili bir şekilde dentin tübüllerini tıkadığını bildirmişlerdir [29]. Nazım ve ark (2019) yayınladıkları in vitro çalışmada Teethmate hassasiyet giderici ajan ile PeriAcryl ajanını kombine olarak uygulamış ve kombine uygulamanın tek başına Teethmate uygulamasına göre daha üstün dentin tübülü tıkama etkinliği gösterdiğini bildirmişlerdir [185]. Bu çalışmada kalsiyum fosfat içerikli ajan hem farklı zamanlarda ve immediyat olarak katmanlı uygulanmış hem de siyanoakrilat içerikli ajan ile kombine uygulanarak dentin tübüllerini tıkama etkinliği değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre siyanoakrilat içerikli ajanının tek başına uygulandığı ve kalsiyum fosfat içerikli ajan ile kombine uygulandığı gruplar en üstün sonuçları verirken aralıklarla katmanlı uygulama yapılan gruplar da bu gruplara benzer şekilde dentin tübüllerini tıkama açısından üstün sonuçlar göstermişlerdir. Kalsiyum fosfat grupları kendi aralarında değerlendirildiğinde ise immediyat iki kat uygulama yapılan grup dentin tübüllerini tıkama yönünden en düşük etkinliği gösterirken immediyat tek kat ve üç kat uygulama yapılan gruplar benzer sonuçlar vermişlerdir. Açık dentin tübüllerinin çap ve alan ortalamaları karşılaştırıldığında ise tek kat uygulama yapılan grupta en düşük etkinlik elde edilmiştir. Aralıklarla ve immediyat

katmanlı uygulamalarının karşılaştırıldığı çalışma bulunmadığı için diğer çalışmalarla karşılaştırılması yapılamamıştır.

Çalışmamızda kullanılan test ajanlarından kalsiyum fosfat içerikli ajan dentin yüzeyinde tortulu bir yapı bırakırken siyanoakrilat içerikli ajan ise dentin yüzeyinde tüm dentin tübüllerini kapatacak şekilde bir film tabakası oluşturmuştur. Oluşan bu film tabakası yarı tıkalı ve tıkalı dentin tübüllerinin sayılmasını engellemektedir. Dolayısıyla nicel değerlendirmenin yanında nitel değerlendirmenin yapılması da doğru olacaktır. West ve ark (1998) çalışmalarında hassasiyet giderici diş macunlarının dentin dokusu ve akrilik üzerindeki etkilerini in vitro olarak değerlendikleri çalışmalarında nicel değerlendirmenin yanında nitel değerlendirme yaparak dentin yüzeylerini morfolojik olarak kategorize etmişlerdir [255]. Kumar ve ark (2005) tarafından yayınlanan çalışmada ise %5 sodyum florür verniği ile Nd: YAG lazerin dentin tübüllerini tıkama etkinliği değerlendirilmiş ve SEM mikrofotografı üzerinden yüzey karakteristiğinin belirlenmesi için örnekler kategorize edilmiştir [177]. Al-Saud ve ark (2012) yayınladıkları çalışmalarında farklı hassasiyet giderici ajanların (Gluma hassasiyet giderici, Tenure Quick, Quelle hassasiyet giderici ve VivaSens) ve Nd: YAG lazerin dentin tübüllerini tıkama etkinliğini değerlendirmişlerdir. Aynı çalışmada bu çalışmada kullanılan siyanoakrilat içerikli ajana benzer şekilde VivaSens ajanının dentin yüzeyinde tüm dentin tübüllerini tıkayacak derecede bir film tabakası oluşturması dolayısıyla nicel değerlendirmenin yanında dentin yüzey karakteristiğinin değerlendirilmesi için nitel değerlendirmenin de yapılması gerektiği bildirilmiştir. West ve ark' nın 1998 yılında önerdikleri yüzey kategorilerini modifiye ederek dentin yüzey karakteristiğini kategorize etmişlerdir [175]. Bizim çalışmamızda da Al-Saud ve ark' nın yayınladıkları çalışmaya benzer şekilde test ajanları uygulandıktan sonra dentin yüzeylerinin karakteristiğini nitel olarak değerlendirmek için örnekler kategorize edilmiştir. Çalışmamızda mikrofotografılardan elde edilen verilere göre özellikle siyanoakrilat gruplarının yüksek oranda D kategorisinde, kalsiyum fosfat gruplarının ise yüksek oranda C kategorisinde yoğunlaştığı gözlenmiştir. Elde edilen değerlendirme sonuçlara göre kalsiyum fosfat gruplarının dentin tübüllerini çoğunlukla tıkadığı ve yüzeyde kısmen çökelti tabakası oluşturduğu, siyanoakrilat gruplarının ise yüzeyi tamamen kaplayacak bir film tabakası oluşturduğu görülmüştür.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

- ✓ Siyanoakrilat grupları dentin tübüllerini tıkama yönünden diğer gruplara göre en iyi sonuçları vermiştir.
- ✓ Aralıklarla katmanlı uygulamanın yapıldığı gruplar dentin tübüllerini tıkama ve dentin tübül çaplarını daraltma yönünden siyanoakrilat gruplarına benzer etki göstermişlerdir.
- ✓ İmmediyat iki kat uygulama yapılan grup en düşük dentin tübül tıkama etkinliği göstermiştir.
- ✓ Tek kat uygulamanın yapıldığı grup, immediyat iki kat uygulamanın yapıldığı gruba göre daha fazla tübül tıkama etkisine sahip olsa da tübül çaplarını daraltma yönünden en düşük etkinliğe sahiptir.
- ✓ Katmanlı uygulama yapılan gruplar arasında ajanların aralıklarla uygulandığı gruplar immediyat uygulama yapılan gruplara göre tüm parametrelerde en üstün sonuçları vermişlerdir.

Bu çalışma sonuçları uygulama yapılan gruplardaki tüm tedavi yöntemlerinin dentin tübüllerini tıkamada çeşitli derecelerde etkili olduğunu göstermiştir; ancak kombine ve ajanların aralıklı olarak uygulandığı grupların daha üstün olduğu gözlenmiştir. Katmanlı uygulamalarda katmanların aralıklarla uygulanması immediyat uygulamaya göre daha fazla dentin tübülünün tıkanmasını sağlamaktadır. Kalsiyum fosfat içerikli ajanın dentin tübüllerini tıkama etkinliğini arttırmak için tek kat yerine aralıklarla iki veya üç kat uygulama yapılması ajanın etkinliği arttırmıştır. Siyanoakrilat içerikli ajan dentin tübüllerini kapatmada etkili bir ajan olsa da ağız içerisinde kalma süresinin kısa olması ve mekanik etkilerle yüzeyden uzaklaşması gibi dezavantajlarından dolayı bu ajanın kullanımına alternatif olarak ajanların belirli aralıklarla katmanlı uygulanması ile benzer etki elde edilebilir. Sonuç olarak çalışmamızda kalsiyum fosfat içerikli hassasiyet giderici ajan ile siyanoakrilat içerikli ajanların dentin hassasiyetini gidermede kullanılabileceği ve ajanların aralıklarla uygulanmasının dentin tübüllerini tıkamada etkili bir yöntem olabileceği görülmüştür. İn vitro olarak değerlendirilen bu tedavi yöntemleri hasta geri dönüşlü klinik çalışmalarla desteklenmelidir.



KAYNAKLAR

1. Addy, M. (2002). Dentine hypersensitivity: New perspectives on an old problem. *International Dental Journal*, 52(S5P2), 367-375.
2. Clark, D., and Levin, L. (2016). Non-surgical management of tooth hypersensitivity. *International dental journal*, 66(5), 249-256.
3. Bartold, P. M. (2006). Dentinal hypersensitivity: a review. *Australian dental journal*, 51(3), 212-218.
4. Davari, A. R., Ataei, E., and Assarzadeh, H. (2013). Dentin hypersensitivity: etiology, diagnosis and treatment; a literature review. *Journal of Dentistry*, 14(3), 136.
5. Miglani, S., Aggarwal, V., and Ahuja, B. (2010). Dentin hypersensitivity: Recent trends in management. *Journal of conservative dentistry*, 13(4), 218.
6. Addy, M., and Dowell, P. (1983). Dentine hypersensitivity-A review: Clinical and in vitro evaluation of treatment agents. *Journal of clinical periodontology*, 10(4), 351-363.
7. Brännström, M. (1986). The hydrodynamic theory of dentinal pain: sensation in preparations, caries, and the dentinal crack syndrome. *Journal of endodontics*, 12(10), 453-457.
8. Pashley, D. H. (2013). How can sensitive dentine become hypersensitive and can it be reversed?. *Journal of dentistry*, 41, 49-55.
9. Özyurt, E. (2018). Dentin hassasiyeti tanı ve tedavi yöntemleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 28(2), 253-262.
10. Dababneh, R. H., Khouri, A. T., and Addy, M. (1999). Dentine hypersensitivity—An enigma? A review of terminology, mechanisms, aetiology and management. *British dental journal*, 187(11), 606-611.
11. Chabanski, M. B., and Gillam, D. G. (1997). Aetiology, prevalence and clinical features of cervical dentine sensitivity. *Journal of oral rehabilitation*, 24(1), 15-19.
12. Drisko, C. H. (2002). Dentine hypersensitivity—dental hygiene and periodontal considerations. *International dental journal*, 52(S5P2), 385-393.
13. Rocha, F. R. G., Zandim-Barcelos, D. L., Rossa Junior, C., and Sampaio, J. E. C. (2015). The smear layer created by scaling and root planing is physiologically eliminated in a biphasic process. *Brazilian Oral Research*, 29, 01-01.
14. Fidyawati, D., Soeroso, Y., and Masulili, S. L. C. (2017, August). The effect of root surface conditioning on smear layer removal in periodontal regeneration (a scanning electron microscopic study). In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 884, No. 1, p. 012057). IOP Publishing.

15. Blomlöf, J. P., Blomlöf, L. B., and Lindskog, S. F. (1997). Smear layer formed by different root planing modalities and its removal by an ethylenediaminetetraacetic acid gel preparation. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 17(3).
16. McAndrew, R., and Kourkouta, S. (1995). Effects of toothbrushing prior and/or subsequent to dietary acid application on smear layer formation and the patency of dentinal tubules: an SEM study. *Journal of Periodontology*, 66(6), 443-448.
17. Corrêa, F. O. B., Sampaio, J. E. C., Rossa Júnior, C., and Orrico, S. R. P. (2004). Influence of natural fruit juices in removing the smear layer from root surfaces-an in vitro study. *Journal of the Canadian Dental Association*, 697-702.
18. Taani, S. Q., and Awartani, F. (2002). Clinical evaluation of cervical dentin sensitivity (CDS) in patients attending general dental clinics (GDC) and periodontal specialty clinics (PSC). *Journal of clinical periodontology*, 29(2), 118-122.
19. Chabanski, M. B., Gillam, D. G., Bulman, J. S., and Newman, H. N. (1997). Clinical evaluation of cervical dentine sensitivity in a population of patients referred to a specialist periodontology department: a pilot study. *Journal of oral rehabilitation*, 24(9), 666-672.
20. Borges, A., Barcellos, D., and Gomes, C. (2012). Dentin hypersensitivity-etiology, treatment possibilities and other related factors: a literature review. *World Journal of Dentistry*, 3(1), 60-67.
21. Orchardson, R., and Gillam, D. G. (2006). Managing dentin hypersensitivity. *The Journal of the American Dental Association*, 137(7), 990-998.
22. Gangarosa Sr, L. P. (1994). Current strategies for dentist-applied treatment in the management of hypersensitive dentine. *Archives of Oral Biology*, 39, 101-106.
23. West, N., Seong, J., and Davies, M. (2014). Dentine hypersensitivity. *Monographs in Oral Science*, 25, 108-122.
24. Imber, J. C., and Kasaj, A. (2021). Treatment of gingival recession: when and how?. *International dental journal*, 71(3), 178-187.
25. Canadian Advisory Board on Dentin Hypersensitivity. (2003). Consensus-based recommendations for the diagnosis and management of dentin hypersensitivity. *Journal of the Canadian Dental Association*, 69(4), 221-226.
26. Gillam, D. G., and Chatzopoulou, D. (2018). Post-Operative Pain Following Non-Surgical and Surgical Periodontal Procedures. Jane Manakil (Eds). *In Periodontology and Dental Implantology*. IntechOpen. 69(4), 221-6.
27. Ishihata, H., Kanehira, M., Finger, W. J., Takahashi, H., Tomita, M., and Sasaki, K. (2017). Effect of two desensitizing agents on dentin permeability in vitro. *Journal of Applied Oral Science*, 25, 34-41.

28. Thanatvarakorn, O., Nakashima, S., Sadr, A., Prasansuttiorn, T., Thitthaweerat, S., and Tagami, J. (2013). Effect of a calcium-phosphate based desensitizer on dentin surface characteristics. *Dental materials journal*, 32(4), 615-621.
29. Zhou, J., Chiba, A., Scheffel, D. L., Hebling, J., Agee, K., Niu, L. N., Tay, F. R., and Pashley, D. H. (2016). Effects of a dicalcium and tetracalcium phosphate-based desensitizer on in vitro dentin permeability. *PloS one*, 11(6), e0158400.
30. Lopes-Silva, A. M. S., and Lage-Marques, J. L. (2003). Evaluation of the permeability of the furcation area of deciduous molars conditioned with Er: YAG laser and cyanoacrylate. *Pesquisa Odontologica Brasileira*, 17, 212-216.
31. Öncü, E., Karabekiroğlu, S. and Ünlü, N. (2017). Effects of different desensitizers and lasers on dentine tubules: An in-vitro analysis. *Microscopy research and technique*, 80(7), 737-744.
32. Porto, I. C., Andrade, A. K. and Montes, M. A. (2009). Diagnosis and treatment of dentinal hypersensitivity. *Journal of oral science*, 51(3), 323-332.
33. Linde, A., and Goldberg, M. (1993). Dentinogenesis. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, 4(5), 679-728.
34. Bosshardt, D. D., and Selvig, K. A. (1997). Dental cementum: the dynamic tissue covering of the root. *Periodontology 2000*, 13(1), 41-75.
35. Gillam, D. G., Mordan, N. J. and Newman, H. N. (1997). The dentin disc surface: a plausible model for dentin physiology and dentin sensitivity evaluation. *Advances in Dental Research*, 11(4), 487-501.
36. Pashley, D. H. (1996). Dynamics of the pulpo-dentin complex. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, 7(2), 104-133.
37. Ahlquist, M., Franzén, O., Coffey, J., and Pashley, D. (1994). Dental pain evoked by hydrostatic pressures applied to exposed dentin in man: a test of the hydrodynamic theory of dentin sensitivity. *Journal of endodontics*, 20(3), 130-134.
38. Özcan, E. ve Semih, S. E. R. T. (2010). Diş aşınmalarının dereceleriyle dentin hassasiyetinin şiddeti arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 44(3), 159-165.
39. Bilen, E., Afandiyev, M. ve Tezel, A. (2019) Cerrahi Olmayan Periodontal Tedavide Kullanılan Aletlerin Etkinlikleri: El Aletleri, Ultrasonik Aletler, Döner Aletler. Akkaya MM, editör. Cerrahi Olmayan Periodontal Tedavi. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri, 15-20.
40. Zandim, D. L., Corrêa, F. O. B., Rossa Júnior, C. and Sampaio, J. E. C. (2008). In vitro evaluation of the effect of natural orange juices on dentin morphology. *Brazilian Oral Research*, 22, 176-183.
41. Addy, M. (2005). Tooth brushing, tooth wear and dentine hypersensitivity—are they associated?. *International dental journal*, 55, 261-267.

42. Bamise, C. T., Olusile, A. O. and Oginni, A. O. (2008). An analysis of the etiological and predisposing factors related to dentin hypersensitivity. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 9(5), 52-59.
43. Prati, C., Montebugnoli, L., Suppa, P., Valdrè, G. and Mongiorgi, R. (2003). Permeability and morphology of dentin after erosion induced by acidic drinks. *Journal of periodontology*, 74(4), 428-436.
44. Forsback, A. P., Areva, S. and Salonen, J. (2004). Mineralization of dentin induced by treatment with bioactive glass S53P4 in vitro. *Acta Odontologica Scandinavica*, 62(1), 14-20.
45. Perdigão, J. (2002). Dentin bonding as a function of dentin structure. *Dental Clinics*, 46(2), 277-301.
46. van Loveren, C., Schmidlin, P. R., Martens, L. C., and Amaechi, B. T. (2018). Dentin hypersensitivity management. *Clinical Dentistry Reviewed*, 2(1), 1-10.
47. Adriaens, P. A., De Boever, J. A., and Loesche, W. J. (1988). Bacterial invasion in root cementum and radicular dentin of periodontally diseased teeth in humans. *Journal of periodontology*, 59(4), 222-30.
48. Attar, N. ve Korkmaz, Y. (2006). Dentin aşırı hassasiyeti. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 30(4), 83-91.
49. won Kim, J. and Park, J. C. (2017). Dentin hypersensitivity and emerging concepts for treatments. *Journal of Oral Biosciences*, 59(4), 211-217.
50. Erdemir, U. ve Yıldız, E. (2011). Dentin Hassasiyeti Tanı ve Tedavi Planlaması. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 32(1), 9-22.
51. Gillam, D. G. and Orchardson, R. (2006). Advances in the treatment of root dentine sensitivity: mechanisms and treatment principles. *Endodontic Topics*, 13(1), 13-33.
52. Güngör, F. S. (2017). Dentin hassasiyetinin etiyolojisi ve risk faktörleri. *Selçuk Dental Journal*, 4(1), 28-35.
53. Brannstrom, M. (1964). Dentin sensitivity. *Arsbok. Goteborgs tandlakare-sallskap Abbreviation*, 15-35.
54. Kramer, I. R. H. (1955). The relationship between dentine sensitivity and movements in the contents of the dentinal tubules. *British Dental Journal*, 98, 391-392.
55. Närhi, M. V. O. and Hirvonen, T. (1987). The response of dog intradental nerves to hypertonic solutions of CaCl₂ and NaCl, and other stimuli, applied to exposed dentine. *Archives of oral biology*, 32(11), 781-786.
56. Hall, R., Embery, G. and Shellis, R. P. (2000). Biological and structural features of enamel and dentine: current concepts relevant to erosion and dentine hypersensitivity. Addy M, Embry G, Edgar WM, Orchardson R (eds). *Tooth wear and sensitivity: Clinical advances in restorative dentistry*. Martin Dunitz Publication, 15-62.

57. Orchardson, R., Gangarosa Sr, L. P., Holland, G. R., Pashley, D. H., Trowbridge, H. O., Ashley, F. P., Kleinberg, I., and Zappa, U. (1994). Dentine hypersensitivity—into the 21st century. *Archives of oral biology*, 39, 113-119.
58. Liu, X., Yu, L., Wang, Q., Pelletier, J., Fausther, M., Sevigny, J., Malmström, H. S., Dirksen, R. T., and Ren, Y. F. (2012). Expression of ecto-ATPase NTPDase2 in human dental pulp. *Journal of Dental Research*, 91(3), 261-267.
59. Egbuniwe, O., Grover, S., Duggal, A. K., Mavroudis, A., Yazdi, M., Renton, T., Silvio, L. D., and Grant, A. D. (2014). TRPA1 and TRPV4 activation in human odontoblasts stimulates ATP release. *Journal of dental research*, 93(9), 911-917.
60. Liu, X., Wang, C., Fujita, T., Malmstrom, H. S., Nedergaard, M., Ren, Y. F. and Dirksen, R. T. (2015). External dentin stimulation induces ATP release in human teeth. *Journal of dental research*, 94(9), 1259-1266.
61. Addy, M. (1990). Etiology and clinical implications of dentine hypersensitivity. *Dental Clinics of North America*, 34(3), 503-514.
62. Flynn, J., Galloway, R. and Orchardson, R. (1985). The incidence of 'hypersensitive' teeth in the West of Scotland. *Journal of Dentistry*, 13(3), 230-236.
63. Seymour, R. A., Simpson, J. M., Charlton, J. E. and Phillips, M. E. (1985). An evaluation of length and end-phases of visual analogue scales in dental pain. *The Journal International Association for the Study of Pain*, 21(2), 177-185.
64. Aw, T. C., Lepe, X., Johnson, G. H. and Mancl, L. (2002). Characteristics of noncarious cervical lesions: a clinical investigation. *The Journal of the American Dental Association*, 133(6), 725-733.
65. Rees, J. S. (2000). The prevalence of dentine hypersensitivity in general dental practice in the UK. *Journal of clinical periodontology*, 27(11), 860-865.
66. Orchardson, R. and Collins, W. J. (1987). Clinical features of hypersensitive teeth. *British dental journal*, 162(7), 253-256.
67. Liu, H. C., Lan, W. H. and Hsieh, C. C. (1998). Prevalence and distribution of cervical dentin hypersensitivity in a population in Taipei, Taiwan. *Journal of Endodontics*, 24(1), 45-47.
68. Kadiroğlu, E. ve Dağ, A. (2004). Dentin hipersensitivitesi ve lazerlerin etkisi. *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 7(1), 58-63.
69. Lundy, T. and Stanley, H. R. (1969). Correlation of pulpal histopathology and clinical symptoms in human teeth subjected to experimental irritation. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology*, 27(2), 187-201.
70. Dowell, P., Addy, M. and Dummer, P. (1985). Dentine hypersensitivity: aetiology, differential diagnosis and management. *British dental journal*, 158(3), 92-96.
71. West, N. X. (2008). Dentine hypersensitivity: preventive and therapeutic approaches to treatment. *Periodontology 2000*, 48(1), 31-41.

72. Lussi, A. and Jäggi, T. (2008). Erosion—diagnosis and risk factors. *Clinical oral investigations*, 12(1), 5-13.
73. Hara, A. T., Ando, M., González-Cabezas, C., Cury, J. A., Serra, M. C. and Zero, D. T. (2006). Protective effect of the dental pellicle against erosive challenges in situ. *Journal of dental research*, 85(7), 612-616.
74. West, N. X. (2007). The dentine hypersensitivity patient-a total management package. *International dental journal*, 57(S6), 411-419.
75. Hughes, J. A., West, N. X., Parker, D. M., Newcombe, R. G. and Addy, M. (1999). Development and evaluation of a low erosive blackcurrant juice drink in vitro and in situ. Comparison with orange juice. *Journal of dentistry*, 27(4), 285-289.
76. Hughes, J. A., West, N. X., Parker, D. M., Van Den Braak, M. H. and Addy, M. (2000). Effects of pH and concentration of citric, malic and lactic acids on enamel, in vitro. *Journal of dentistry*, 28(2), 147-152.
77. West, N. X., Hughes, J. A. and Addy, M. (2002). Dentine hypersensitivity: the effects of brushing toothpaste on etched and unetched dentine in vitro. *Journal of oral rehabilitation*, 29(2), 167-174.
78. Schmidlin, P. R. and Sahrman, P. (2013). Current management of dentin hypersensitivity. *Clinical oral investigations*, 17(1), 55-59.
79. Chu, C. H. and Lo, E. C. M. (2010). Dentin hypersensitivity: a review. *Hong Kong Dental Journal*, 7(1), 15-22.
80. Markowitz, K., Bilotto, G. and Kim, S. (1991). Decreasing intradental nerve activity in the cat with potassium and divalent cations. *Archives of oral biology*, 36(1), 1-7.
81. Frechoso, S. C., Menéndez, M., Guisasola, C., Arregui, I., Tejerina, J. M. and Sicilia, A. (2003). Evaluation of the efficacy of two potassium nitrate bioadhesive gels (5% and 10%) in the treatment of dentine hypersensitivity. A randomised clinical trial. *Journal of clinical periodontology*, 30(4), 315-320.
82. Grossman, L. I. (1935). A systematic method for the treatment of hypersensitive dentin. *The Journal of the American Dental Association* (1922), 22(4), 592-602.
83. Markowitz, K. and Kim, S. (1990). Hypersensitive teeth. Experimental studies of dentinal desensitizing agents. *Dental Clinics of North America*, 34(3), 491-501.
84. Hodosh, M. (1974). A superior desensitizer—potassium nitrate. *The Journal of the American Dental Association*, 88(4), 831-832.
85. Tarbet, W. J., Silverman, G., Stolman, J. M. and Fratarcangelo, P. A. (1980). Clinical evaluation of a new treatment for dentinal hypersensitivity. *Journal of Periodontology*, 51(9), 535-540.
86. Tarbet, W. J., Silverman, G., Fratarcangelo, P. A. and Kanapka, J. A. (1982). Home treatment for dentinal hypersensitivity: a comparative study. *The Journal of the American Dental Association*, 105(2), 227-230.

87. Trowbridge, H. O. and Silver, D. R. (1990). A review of current approaches to in-office management of tooth hypersensitivity. *Dental Clinics of North America*, 34(3), 561-581.
88. Paine, M. L., Slots, J. and Rich, S. K. (1998). Fluoride use in periodontal therapy: a review of the literature. *The Journal of the American Dental Association*, 129(1), 69-77.
89. Thrash, W. J., Dodds, M. W. and Jones, D. L. (1994). The effect of stannous fluoride on dentinal hypersensitivity. *International dental journal*, 44(1 Suppl 1), 107-118.
90. Morris, M. F., Davis, R. D. and Richardson, B. W. (1999). Clinical efficacy of two dentin desensitizing agents. *American journal of dentistry*, 12(2), 72-76.
91. Shapiro, W. B., Kaslick, R. S., Chasens, A. I. and Weinstein, D. (1970). Controlled clinical comparison between a strontium chloride and a sodium monofluorophosphate toothpaste in diminishing root hypersensitivity. *Journal of periodontology*, 41(9), 523-525.
92. Hernandez, F., Mohammed, C., Shannon, I., Volpe, A. and King, W. (1972). Clinical study evaluating the desensitizing effect and duration of two commercially available dentifrices. *Journal of periodontology*, 43(6), 367-372.
93. Patil, A. R., Varma, S., Suragimath, G., Abbayya, K., Zope, S. A. and Kale, V. (2017). Comparative evaluation of efficacy of iontophoresis with 0.33% sodium fluoride gel and diode laser alone on occlusion of dentinal tubules. *Journal of clinical and diagnostic research*, 11(8), ZC123.
94. Singal, P., Gupta, R. and Pandit, N. (2005). 2% sodium fluoride-iontophoresis compared to a commercially available desensitizing agent. *Journal of periodontology*, 76(3), 351-357.
95. Gangarosa Sr, L. P. (1986). Fluoride iontophoresis for tooth desensitization. *Journal of the American Dental Association* (1939), 112(6), 808-810.
96. Kern, D. A., McQuade, M. J., Scheidt, M. J., Hanson, B. and Van Dyke, T. E. (1989). Effectiveness of sodium fluoride on tooth hypersensitivity with and without iontophoresis. *Journal of periodontology*, 60(7), 386-389.
97. West, N. X. (1995). *Dentine hypersensitivity: clinical and laboratory studies of toothpastes, their ingredients and acids* (Doctoral dissertation, University of Wales, 1995).
98. Pashley, D. H. (1986). Dentin permeability, dentin sensitivity, and treatment through tubule occlusion. *Journal of endodontics*, 12(10), 465-474.
99. Guo, C., and McMartin, K. E. (2005). The cytotoxicity of oxalate, metabolite of ethylene glycol, is due to calcium oxalate monohydrate formation. *Toxicology*, 208(3), 347-355.
100. Önal, B., Pamir, T. ve Wang, J. (2005). Oksalat içeren hassasiyet giderici bir ajanın dentin üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 26, 127-130.

101. Erdemir, U., Yıldız, E., Kılıç, I., Yücel, T. and Özel, S. (2010). The efficacy of three desensitizing agents used to treat dentin hypersensitivity. *The Journal of the American Dental Association*, 141(3), 285-296.
102. Ling, T. Y. Y., Gillam, D. G., Barber, P. M., Mordan, N. J., and Critchell, J. (1997). An investigation of potential desensitizing agents in the dentine disc model: a scanning electron microscopy study. *Journal of oral rehabilitation*, 24(3), 191-203.
103. Jain, P. O. O. N. A. M., Vargas, M. A., Denehy, G. E., and Boyer, D. B. (1997). Dentin desensitizing agents: SEM and X-ray microanalysis assessment. *American journal of dentistry*, 10(1), 21-26.
104. Levin, M. P., Yearwood, L. L., and Carpenter, W. N. (1973). The desensitizing effect of calcium hydroxide and magnesium hydroxide on hypersensitive dentin. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology*, 35(5), 741-746.
105. Green, B. L., Green, M. L., and McFall Jr, W. T. (1977). Calcium hydroxide and potassium nitrate as desensitizing agents for hypersensitive root surfaces. *Journal of periodontology*, 48(10), 667-672.
106. McFall Jr, W. T. (1986). A review of the active agents available for treatment of dentinal hypersensitivity. *Dental Traumatology*, 2(4), 141-149.
107. Brännström, M., Isacsson, G., and Johnson, G. (1976). The effect of calcium hydroxide and fluorides on human dentine. *Acta Odontologica Scandinavica*, 34(2), 59-67.
108. Ling, T. Y., and Gillam, D. G. (1996, January). The effectiveness of desensitizing agents for the treatment of cervical dentine sensitivity (CDS)--a review. *In The Journal of the Western Society of Periodontology/Periodontal abstracts*, 44 (1), 5-12.
109. Scherman, A., and Jacobsen, P. L. (1992). Managing dentin hypersensitivity: what treatment to recommend to patients. *The Journal of the American Dental Association*, 123(4), 57-61.
110. Suge, T., Ishikawa, K., Kawasaki, A., Suzuki, K., Matsuo, T., Noiri, Y., Imazato, S., and Ebisu, S. (2002). Calcium phosphate precipitation method for the treatment of dentin hypersensitivity. *American journal of dentistry*, 15(4), 220-226.
111. Cherng, A. M., Chow, L. C., and Takagi, S. (2004). Reduction in dentin permeability using mildly supersaturated calcium phosphate solutions. *Archives of oral biology*, 49(2), 91-98.
112. Geiger, S., Matalon, S., Blasbalg, J., Tung, M. S., and Eichmiller, F. C. (2003). The clinical effect of amorphous calcium phosphate (ACP) on root surface hypersensitivity. *Operative Dentistry-University Of Washington*, 28(5), 496-500.
113. Cai, F., Shen, P., Morgan, M. V., and Reynolds, E. C. (2003). Remineralization of enamel subsurface lesions in situ by sugar-free lozenges containing casein phosphopeptideamorphous calcium phosphate. *Australian Dental Journal*, 48(4), 240-243.

114. Lata, S., Varghese, N. O., and Varughese, J. M. (2010). Remineralization potential of fluoride and amorphous calcium phosphate-casein phospho peptide on enamel lesions: An in vitro comparative evaluation. *Journal of conservative dentistry*, 13(1), 42.
115. Hench, L. L., and Paschall, H. A. (1973). Direct chemical bond of bioactive glass-ceramic materials to bone and muscle. *Journal of biomedical materials research*, 7(3), 25-42.
116. Wilson, J., and Low, S. B. (1992). Bioactive ceramics for periodontal treatment: comparative studies in the Patas monkey. *Journal of Applied Biomaterials*, 3(2), 123-129.
117. Hench, L. L., Splinter, R. J., Allen, W. C., and Greenlee, T. K. (1971). Bonding mechanisms at the interface of ceramic prosthetic materials. *Journal of biomedical materials research*, 5(6), 117-141.
118. Dondi dall'Orologio, G., and Finger, W. J. (2002). Clinical evaluation of the role of glutardialdehyde in a one-bottle adhesive. *American journal of dentistry*, 15(5), 330-334.
119. Brodowski, D., and Imfeld, T. (2003). *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin*, 113, 49-58.
120. Ölmez, A. ve Erdemli, E. (2003). Dentin hassasiyeti ve tedavi yöntemleri. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 20(3), 65-71.
121. Kleinberg, I. (2002). SensiStat. A new saliva-based composition for simple and effective treatment of dentinal sensitivity pain. *Dentistry today*, 21(12), 42-47.
122. Cummins, D. (2010). Recent advances in dentin hypersensitivity: clinically proven treatments for instant and lasting sensitivity relief. *American Journal of Dentistry*, 23, 3A-13A.
123. Hamlin, D., Phelan Williams, K., Delgado, E. V. A. R. I. S. T. O., Zhang, Y. P., DeVizio, W., and Mateo, L. R. (2009). Clinical evaluation of the efficacy of a desensitizing paste containing 8% arginine and calcium carbonate for the in-office relief of dentin hypersensitivity associated with dental prophylaxis. *American Journal of Dentistry*, 22(Special No. A), 16A-20A.
124. Schiff, T., Delgado, E. V. A. R. I. S. T. O., Zhang, Y. P., Cummins, D. I. A. N. E., DeVizio, W., and Mateo, L. R. (2009). Clinical evaluation of the efficacy of an in-office desensitizing paste containing 8% arginine and calcium carbonate in providing instant and lasting relief of dentin hypersensitivity. *American journal of dentistry*, 22(Special No A), 8A-15A.
125. Ayad, F., Ayad, N., Delgado, E., Zhang, Y. P., DeVizio, W., Cummins, D., and Mateo, L. R. (2009). Comparing the efficacy in providing instant relief of dentin hypersensitivity of a new toothpaste containing 8.0% arginine, calcium carbonate, and 1450 ppm fluoride to a benchmark desensitizing toothpaste containing 2% potassium ion and 1450 ppm fluoride, and to a control toothpaste with 1450 ppm fluoride: a three-day clinical study in Mississauga, Canada. *The Journal of clinical dentistry*, 20(4), 115-122.

126. Nathoo, S., Delgado, E., Zhang, Y. P., DeVizio, W., Cummins, D., and Mateo, L. R. (2009). Comparing the efficacy in providing instant relief of dentin hypersensitivity of a new toothpaste containing 8.0% arginine, calcium carbonate, and 1450 ppm fluoride relative to a benchmark desensitizing toothpaste containing 2% potassium ion and 1450 ppm fluoride, and to a control toothpaste with 1450 ppm fluoride: a three-day clinical study in New Jersey, USA. *The Journal of clinical dentistry*, 20(4), 123-130.
127. Hu, J., and Zhu, Q. (2010). Effect of immediate dentin sealing on preventive treatment for postcementation hypersensitivity. *International Journal of Prosthodontics*, 23(1).
128. Lee, Y., and Chung, W. G. (2011). Management of dentin hypersensitivity. *The Journal of Korean Academy Endodontics*, 12(2), 12-6.
129. Gaffar, A. (1999). Treating hypersensitivity with fluoride varnish. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*, 20(1), 27-33.
130. Güngör, F. S. ve Karabekiroğlu, S. (2018). Dentin hassasiyetinin tedavisi ve lazerler. *Selcuk Dental Journal*, 5(1), 91-102.
131. Kimura, Y., Wilder-Smith, P., Yonaga, K., and Matsumoto, K. (2000). Treatment of dentine hypersensitivity by lasers: a review. *Journal of Clinical Periodontology*, 27(10), 715-721.
132. Özçelik, O., Haytaç, C. ve Çağlayan, G. (2010). Periodontolojide Lazer Uygulamaları. *Hacettepe Üniversitesi Yayınları*, 370- 379.
133. Gerschman, J., Ruben, J., and Gebart-Eaglemont, J. (1994). Low level laser therapy for dentinal tooth hypersensitivity. *Australian Dental Journal*, 39(6), 353-357.
134. Gutknecht, N., Moritz, A., Dercks, H. W., and Lampert, F. (1997). Treatment of hypersensitive teeth using neodymium: yttrium-aluminum-garnet lasers: a comparison of the use of various settings in an in vivo study. *Journal of clinical laser medicine and surgery*, 15(4), 171-174.
135. van As, G. (2004). Erbium lasers in dentistry. *Dental Clinics*, 48(4), 1017-1059.
136. Schwarz, F., Arweiler, N., Georg, T., and Reich, E. (2002). Desensitizing effects of an Er: YAG laser on hypersensitive dentine: a controlled, prospective clinical study. *Journal of clinical periodontology*, 29(3), 211-215.
137. Franzen, R., Esteves-Oliveira, M., Meister, J., Wallerang, A., Vanweersch, L., Lampert, F., and Gutknecht, N. (2009). Decontamination of deep dentin by means of erbium, chromium: yttrium-scandium-gallium-garnet laser irradiation. *Lasers in Medical Science*, 24(1), 75-80.
138. Krauser, J. T. (1986). Hypersensitive teeth. Part II: Treatment. *The Journal of prosthetic dentistry*, 56(3), 307-311.
139. Mosteller, J. H. (1962). Use of prednisolone in the elimination of postoperative thermal sensitivity: a clinical study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 12(6), 1176-1179.

140. Stepanović, S., Antić, N., Dakić, I., and Švabić-Vlahović, M. (2003). In vitro antimicrobial activity of propolis and synergism between propolis and antimicrobial drugs. *Microbiological Research*, 158(4), 353-357.
141. Almas, K., Mahmoud, A. and Dahlan, A. (2001). A comparative study of propolis and saline application on human dentin. A SEM study. *Indian journal of dental research*, 12(1), 21-27.
142. Toker, H., Özcan, F., Özdemir, H. ve Değer, O. (2008). Dentin hassasiyetinin tedavisinde propolisin etkisi. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 25(3), 1-6.
143. Bocci, V. (1996). Does ozone therapy normalize the cellular redox balance?: Implications for the therapy of human immunodeficiency virus infection and several other diseases. *Medical hypotheses*, 46(2), 150-154.
144. Bezirtzoglou, E., Cretoiu, S. M., Moldoveanu, M., Alexopoulos, A., Lazar, V., and Nakou, M. (2008). A quantitative approach to the effectiveness of ozone against microbiota organisms colonizing toothbrushes. *Journal of dentistry*, 36(8), 600-605.
145. Das, S. (2011). Application of ozone therapy in dentistry. *Indian Journal of Dental Advancements*, 3(2), 538-42..
146. Douglas de Oliveira, D. W., Oliveira-Ferreira, F., Flecha, O. D., and Gonçalves, P. F. (2013). Is surgical root coverage effective for the treatment of cervical dentin hypersensitivity? A systematic review. *Journal of periodontology*, 84(3), 295-306.
147. Elgalaid, T. O., Creanor, S. L., Creanor, S., and Hall, A. F. (2008). The repeatability of human dentine permeability measurement in vitro. *Journal of dentistry*, 36(1), 42-48.
148. Oberg, C., Pochapski, M. T., Farago, P. V., Granado, C. J., Pilatti, G. L., and Santos, F. A. (2009). Evaluation of desensitizing agents on dentin permeability and dentinal tubule occlusion: an in vitro study. *General Dentistry*, 57(5), 496-501.
149. Mantzourani, M., and Sharma, D. (2013). Dentine sensitivity: past, present and future. *Journal of dentistry*, 41, S3-S17.
150. Wilson, E. E., Chambers, W., Pelc, R., Nothnagle, P., and Davidson, M. W. (2020). Stereomicroscopy in neuroanatomy. *Neurohistology and Imaging Techniques*, 245-274.
151. McMullan, D. (1995). Scanning electron microscopy 1928–1965. *The Journal of Scanning Microscopies*, 17(3), 175-185.
152. Taşkaya, S.(2014) Firat üniversitesi teknoloji fakültesi metalurji ve malzeme mühendisliği bölümü seramik malzemelerin karakterizasyonu deney föyü çalışması, 1-7.
153. Bozzola, J. J. and Russell, L. D. (1999). Electron microscopy: principles and techniques for biologists. *Jones and Bartlett*, Boston, 670.

154. Saghiri, M. A., Asgar, K., Lotfi, M., Karamifar, K., Saghiri, A. M., Neelakantan, P., Gutmann, J. L., and Sheibaninia, A. (2012). Back-scattered and secondary electron images of scanning electron microscopy in dentistry: a new method for surface analysis. *Acta Odontologica Scandinavica*, 70(6), 603-609.
155. Paradella, T. C., and Bottino, M. A. (2012). Scanning Electron Microscopy in modern dentistry research. *Brazilian Dental Science*, 15(2), 43-48.
156. Ahmed, T. R., Mordan, N. J., Gilthorpe, M. S., and Gillam, D. G. (2005). In vitro quantification of changes in human dentine tubule parameters using SEM and digital analysis. *Journal of oral rehabilitation*, 32(8), 589-597.
157. Dunlap M, and Adaskaveg, J. E. (1997). *Introduction to the Scanning Electron Microscope: Theory, Practice and Procedures*. Davis U. C. (Eds), Facility for Advanced Instrumentation, 29.
158. Myrvik, Q.N. (1961). *Histological Techniques for Electron Microscopy*, F. C. Harwood (Eds), New York, AIBS Bulletin, 11(3), 30.
159. Paddock, S. W. (2000). Principles and practices of laser scanning confocal microscopy. *Molecular biotechnology*, 16(2), 127-149.
160. Sungur, D. D., Aksel, H., and Purali, N. (2017). Effect of a low surface tension vehicle on the dentinal tubule penetration of calcium hydroxide and triple antibiotic paste. *Journal of endodontics*, 43(3), 452-455.
161. Meyer E. H.H., and Bennewitz R. (2004). *Introduction to scanning probe microscopy*. *Scanning Probe Microscopy*, Berlin Heidelberg; Springer, 1-13.
162. Piontek, M. C., and Roos, W. H. (2018). *Atomic force microscopy: an introduction*. In *Single Molecule Analysis*, New York, Humana Press, 243-258.
163. Yablon, D. G. (2013). *Overview of atomic force microscopy*. *Scanning Probe Microscopy in Industrial Applications: Nanomechanical Characterization*. New Jersey: John Wiley & Sons, 1-14.
164. Rugar, D. and Hansma, P. (1990). Atomic force microscopy. *Physics Today*, 43, 23-30.
165. Torun, H. (2020) *Atomik kuvvet mikroskobu nedir? Ne işe yarar?* Northumbria Üniversitesi, Matematik, Fizik ve Elektrik Mühendisliği Bölümü, 1-5.
166. Saberi, S., Doshanlo, S. S. J., Bagheri, H., Rezaei, S. M. M., and Shahabi, S. (2018). Evaluation of tooth surface irradiated with erbium: Yttrium aluminum garnet and carbon dioxide lasers by atomic force microscopy. *Journal of Lasers in Medical Sciences*, 9(3), 188.
167. Sharma, S., Cross, S. E., Hsueh, C., Wali, R. P., Stieg, A. Z., and Gimzewski, J. K. (2010). Nanocharacterization in dentistry. *International Journal of Molecular Sciences*, 11, 2523-2545.

168. Kubinek, R., Zapletalova, Z., Vujtek, M., Novotný, R., Kolarova, H., and Chmelickova, H. (2007) Examination of dentin surface using AFM and SEM. *Modern Research and Educational Topics in Microscopy*, 11, 593–598.
169. Perdigão, J. A., Thompson, J. Y., Toledano, M., and Osorio, R. (1999). An ultra-morphological characterization of collagen-depleted etched dentin. *American Journal of Dentistry*, 12(5), 250-255.
170. Habelitz, S., Marshall Jr, G. W., Balooch, M., and Marshall, S. J. (2002). Nanoindentation and storage of teeth. *Journal of biomechanics*, 35(7), 995-998.
171. Kinney, J. H., Balooch, M., Marshall, G. W., and Marshall, S. J. (1999). A micromechanics model of the elastic properties of human dentine. *Archives of oral Biology*, 44(10), 813-822.
172. Rosales, J. I., Marshall, G. W., Marshall, S. J., Watanabe, L. G., Toledano, M., Cabrerizo, M. A., and Osorio, R. (1999). Acid-etching and hydration influence on dentin roughness and wettability. *Journal of dental research*, 78(9), 1554-1559.
173. Tosun, S., Culha, E., Aydin, U., and Ozsevik, A. S. (2016). The combined occluding effect of sodium fluoride varnish and Nd: YAG laser irradiation on dentinal tubules—A CLSM and SEM study. *Scanning*, 38(6), 619-624.
174. Lee, S. Y., Kwon, H. K., and Kim, B. I. (2008). Effect of dentinal tubule occlusion by dentifrice containing nano-carbonate apatite. *Journal of oral rehabilitation*, 35(11), 847-853.
175. Al-Saud, L. M. S., and Al-Nahedh, H. N. A. (2012). Occluding effect of Nd: YAG laser and different dentin desensitizing agents on human dentinal tubules in vitro: a scanning electron microscopy investigation. *Operative dentistry*, 37(4), 340-355.
176. Toledano-Osorio, M., Osorio, R., Osorio, E., Medina-Castillo, A. L., and Toledano, M. (2021). Novel Pastes Containing Polymeric Nanoparticles for Dentin Hypersensitivity Treatment: An In Vitro Study. *Nanomaterials*, 11(11), 3150.
177. Kumar, N. G., and Mehta, D. S. (2005). Short-term assessment of the Nd: YAG laser with and without sodium fluoride varnish in the treatment of dentin hypersensitivity—a clinical and scanning electron microscopy study. *Journal of periodontology*, 76(7), 1140-1147.
178. Verma, S., Boppana, N., Valleri, U., George, A., and Shetty, M. S. (2017). Comparison of the Efficacy of Two Different Desensitizing Agents: A Randomized Controlled Trial. *Journal of the International Academy of Periodontology*, 19(1), 22-27.
179. Uraz, A., Erol-Şimşek, Ö., Pehlivan, S., Suludere, Z., and Bal, B. (2013). The efficacy of 8% arginine-CaCO₃ applications on dentine hypersensitivity following periodontal therapy: a clinical and scanning electron microscopic study. *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal*, 18(2), e298.
180. Ozen, T., Orhan, K. A. A. N., Avsever, H., Tunca, Y. M., Ulker, A. E., and Akyol, M. (2009). Dentin hypersensitivity: a randomized clinical comparison of three different agents in a short-term treatment period. *Operative Dentistry*, 34(4), 392-398.

181. Thanatvarakorn, O., Nakashima, S., Sadr, A., Prasansuttiorn, T., Ikeda, M. and Tagami, J. (2013). In vitro evaluation of dentinal hydraulic conductance and tubule sealing by a novel calcium–phosphate desensitizer. Part B: Applied Biomaterials. *Journal of Biomedical Materials Research*, 101(2), 303-309.
182. Machado, A. C., Rabelo, F. E. M., Maximiano, V., Lopes, R. M., Aranha, A. C. C., and Scaramucci, T. (2019). Effect of in-office desensitizers containing calcium and phosphate on dentin permeability and tubule occlusion. *Journal of dentistry*, 86, 53-59.
183. Siso, S. H., Dönmez, N., Kahya, D. S., and Uslu, Y. S. (2017). The effect of calcium phosphate-containing desensitizing agent on the microtensile bond strength of multimode adhesive agent. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 20(8), 964-970.
184. Sauro, S., Lin, C. Y., Bikker, F. J., Cama, G., Dubruel, P., Soria, J. M., and Gillam, D. (2016). Di-calcium phosphate and phytosphingosine as an innovative acid-resistant treatment to occlude dentine tubules. *Caries research*, 50(3), 303-309.
185. Nazım, Ç., ve Taner, İ. L. (2019) Farklı desensitizerlerin dentin tübüllerine etkisinin incelenmesi: in vitro taramalı elektron mikroskop analizi. *Turkish Journal of Clinics and Laboratory*, 10(2), 184-189.
186. Chaturvedi, R. (2018). *Efficacy, safety and post-treatment comfort of cyanoacrylate as an adjunct to non-surgical periodontal therapy: a pilot randomized clinical trial*. Doctoral dissertation, University of British Columbia, Canada, 90-92.
187. Herod, E. L. (1990). Cyanoacrylates in dentistry: a review of the literature. *Journal of the Canadian Dental Association*, 56(4), 331-334.
188. Rosenthal, M. W. (1990). Historic review of the management of tooth hypersensitivity. *Dental Clinics of North America*, 34(3), 403-427.
189. Javid, B., Barkhordar, R. A., and Bhinda, S. V. (1987). Cyanoacrylate--a new treatment for hypersensitive dentin and cementum. *Journal of the American Dental Association* (1939), 114(4), 486-488.
190. Barroso M, A.E., and Pajón P. (2008). Efectividad del Tisuacryl en los traumatismos de la mucosa bucal e hiperestesia dentinaria. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 14(2): p. 200–8.
191. Pérez, C. M., Guerra, R. M., Fernández, M., Márquez, D., Velazco, G., Rodríguez, J., Alemán, E., Garcia, L., Suárez, O., Rodríguez, M. C., and Sañudo, J. (2010). Effectiveness and safety of tisuacryl in treating Dentin Hypersensitivity (DH). *MEDICC review*, 12(1), 24-28.
192. West, N. X., Addy, M., Jackson, R. J., and Ridge, D. B. (1997). Dentine hypersensitivity and the placebo response: a comparison of the effect of strontium acetate, potassium nitrate and fluoride toothpastes. *Journal of clinical periodontology*, 24(4), 209-215.

193. Addy, M., West, N. X., Barlow, A., and Smith, S. (2007). Dentine hypersensitivity: is there both stimulus and placebo responses in clinical trials?. *International journal of dental hygiene*, 5(1), 53-59.
194. Rösing, C. K., Fiorini, T., Liberman, D. N., and Cavagni, J. (2009). Dentine hypersensitivity: analysis of self-care products. *Brazilian oral research*, 23, 56-63.
195. Joshi, S., Gowda, A. S., and Joshi, C. (2013). Comparative evaluation of NovaMin desensitizer and Gluma desensitizer on dentinal tubule occlusion: a scanning electron microscopic study. *Journal of periodontal and implant science*, 43(6), 269-275.
196. James, J. M., Puranik, M. P., and Sowmya, K. R. (2017). Dentinal tubule occluding effect of potassium nitrate in varied forms, frequencies and duration: An in vitro SEM analysis. *Journal of clinical and diagnostic research*, 11(8), ZC06.
197. Garberoglio, R., and Brännström, M. (1976). Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Archives of oral biology*, 21(6), 355-362.
198. Schilke, R., Lisson, J. A., Bauß, O., and Geurtsen, W. (2000). Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. *Archives of oral biology*, 45(5), 355-361.
199. Doddowad, V. G., Ayas, M., Premalatha, B. R., and Kulkarni, M. (2017). Sterilization Methods on Extracted Human Teeth-A Comparative Study on Evaluation of Efficacy. *Journal of Indian Academy of Forensic Medicine*, 39(3), 276-278.
200. Kumar, M., Sequeira, P. S., Peter, S. and Bhat, G. K. (2005). Sterilisation of extracted human teeth for educational use. *Indian journal of medical microbiology*, 23(4), 256-258.
201. Sandhu, S. V., Tiwari, R., Bhullar, R. K., Bansal, H., Bhandari, R., Kakkar, T. and Bhusri, R. (2012). Sterilization of extracted human teeth: A comparative analysis. *Journal of oral biology and craniofacial research*, 2(3), 170-175.
202. Mordan, N. J., Barber, P. M., and Gillam, D. G. (1997). The dentine disc. A review of its applicability as a model for the in vitro testing of dentine hypersensitivity. *Journal of oral rehabilitation*, 24(2), 148-156.
203. Tunar, O. L., Gürsoy, H., Çakar, G., Kuru, B., Ipci, S. D., and Yılmaz, S. (2014). Evaluation of the effects of Er: YAG laser and desensitizing paste containing 8% arginine and calcium carbonate, and their combinations on human dentine tubules: a scanning electron microscopic analysis. *Photomedicine and Laser Surgery*, 32(10), 540-545.
204. Cakar, G., Kuru, B., Ipci, S. D., Aksoy, Z. M., Okar, I., and Yilmaz, S. (2008). Effect of Er: YAG and CO2 lasers with and without sodium fluoride gel on dentinal tubules: a scanning electron microscope examination. *Photomedicine and laser surgery*, 26(6), 565-571.
205. Xiao, S., Liang, K., Liu, H., Zhang, M., Yang, H., Guo, S., and Ding, Y. (2017). Effect of water-cooled Nd: YAG laser on dentinal tubule occlusion in vitro. *Photomedicine and Laser Surgery*, 35(2), 98-104.

206. Pereira, J. C., Segala, A. D., and Gillam, D. G. (2005). Effect of desensitizing agents on the hydraulic conductance of human dentin subjected to different surface pre-treatments-an in vitro study. *Dental Materials*, 21(2), 129-138.
207. Sales-Peres, S. H. D. C., Brianezzi, L. F. D. F., Marsicano, J. A., Forim, M. R., da Silva, M. F. D. G. F., and Sales-Peres, A. (2012). Evaluation of an experimental gel containing euclea natalensis: an in vitro study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012, 1-6.
208. Yilmaz, N. A., Ertas, E. and Orucoğlu, H. (2017). Evaluation of five different desensitizers: a comparative dentin permeability and SEM investigation in vitro. *The Open Dentistry Journal*, 11, 15-33.
209. Sauro, S., Thompson, I., and Watson, T. F. (2011). Effects of common dental materials used in preventive or operative dentistry on dentin permeability and remineralization. *Operative Dentistry*, 36(2), 222-230.
210. Markowitz, K., and Pashley, D. H. (2008). Discovering new treatments for sensitive teeth: the long path from biology to therapy. *Journal of oral rehabilitation*, 35(4), 300-315.
211. Asrani, H. M., Jain, D. N., Asrani, A., Deshmukh, P. and Sankhla, A. (2016). Comparative evaluation of desensitizing agent Vivasens and Laser for obliteration of dentinal tubules. *Endodontology*, 28(2), 154.
212. Varoni, E. M., Zuccheri, T., Carletta, A., Palazzo, B., Cochis, A., Colonna, M., and Rimondini, L. (2017). In vitro efficacy of a novel potassium oxalate hydrogel for dentin hypersensitivity. *European Journal of Oral Sciences*, 125(2), 151-159.
213. Sharma, D., Hong, C. X., and Heipp, P. S. (2013). A novel potassium oxalate-containing tooth-desensitising mouthrinse: a comparative in vitro study. *Journal of Dentistry*, 41, 18-27.
214. Alfredo, E., Souza-Gabriel, A. E., Silva, S. R. C., Sousa-Neto, M. D., Brugnera-Junior, A., and Silva-Sousa, Y. T. (2009). Morphological alterations of radicular dentine pretreated with different irrigating solutions and irradiated with 980-nm diode laser. *Microscopy research and technique*, 72(1), 22-27.
215. Yamada, R. S., Armos, A., and Goldman, M. (1983). A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating. *Journal of Endodontics*, 9, 137-142.
216. Asrani, H. M., Jain, D. N., Asrani, A., Deshmukh, P., and Sankhla, A. (2016). Comparative evaluation of desensitizing agent Vivasens and Laser for obliteration of dentinal tubules. *Endodontology*, 28(2), 154.
217. Romero, M. D. L. Á., Bersezio, C., Vildósola, P., Lletelier, C., Oliveira Jr, B., Martín, J., and Fernández, E. (2015). Comparison of dentinal hydraulic conductance according to the application time of oxalate-based desensitizers. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, 26(2), 336-357.

218. Mandel, I. D. (1974). Relation of saliva and plaque to caries. *Journal of dental research*, 53(2), 246-266.
219. Marques, M. R., Loebenberg, R., and Almukainzi, M. (2011). Simulated biological fluids with possible application in dissolution testing. *Dissolution Technologies*, 18(3), 15-28.
220. Pytko-Polonczyk, J., Jakubik, A., Przeklasa-Bierowiec, A., and Muszynska, B. (2017). Artificial saliva and its use in biological experiments. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 68(6), 807-813.
221. Dionysopoulos, D., Strakas, D., Koliniotou-Koumpia, E., and Koumpia, E. (2017). Effect of Er, Cr: YSGG laser irradiation on bovine enamel surface during in-office tooth bleaching ex vivo. *Odontology*, 105(3), 320-328.
222. Gholami, G. A., Fekrazad, R., Esmail-Nejad, A., and Kalhori, K. A. (2011). An evaluation of the occluding effects of Er; Cr: YSGG, Nd: YAG, CO₂ and diode lasers on dentinal tubules: a scanning electron microscope in vitro study. *Photomedicine and laser surgery*, 29(2), 115-121.
223. Davies, M., Paice, E. M., Jones, S. B., Leary, S., Curtis, A. R., and West, N. X. (2011). Efficacy of desensitizing dentifrices to occlude dentinal tubules. *European journal of oral sciences*, 119(6), 497-503.
224. Farooq, I., Moheet, I. A., and AlShwaimi, E. (2015). In vitro dentin tubule occlusion and remineralization competence of various toothpastes. *Archives of oral biology*, 60(9), 1246-1253.
225. Berg, C., Unosson, E., Engqvist, H., and Xia, W. (2021). Comparative Study of Technologies for Tubule Occlusion and Treatment of Dentin Hypersensitivity. *Journal of Functional Biomaterials*, 12(2), 27.
226. Absi, E. G., Addy, M., and Adams, D. (1987). Dentine hypersensitivity: a study of the patency of dentinal tubules in sensitive and non-sensitive cervical dentine. *Journal of clinical periodontology*, 14(5), 280-284.
227. Addy, M. (2000). *Dentine hypersensitivity: definition, prevalence, distribution and aetiology. Tooth wear and sensitivity: Clinical advances in restorative dentistry*. London: Martin Dunitz, 2000, 239-248.
228. Cunha, S. R., Garófalo, S. A., Scaramucci, T., Zezell, D. M., and Aranha, A. C. C. (2017). The association between Nd: YAG laser and desensitizing dentifrices for the treatment of dentin hypersensitivity. *Lasers in medical science*, 32(4), 873-880.
229. Garofalo, S. A., Sakae, L. O., Machado, A. C., Cunha, S. R., Zezell, D. M., Scaramucci, T. and Aranha, A. C. (2019). In vitro effect of innovative desensitizing agents on dentin tubule occlusion and erosive wear. *Operative Dentistry*, 44(2), 168-177.235.
230. Williams, C., Wu, Y., and Bowers, D. F. (2015). ImageJ analysis of dentin tubule distribution in human teeth. *Tissue and Cell*, 47(4), 343-348.

231. Kubínek, R., Zapletalová, Z., Vůjtek, M., Novotný, R., Kolářová, H., Chmelíčková, H., and Peřina Jr, J. (2007). Sealing of open dentinal tubules by laser irradiation: AFM and SEM observations of dentine surfaces. *Journal of Molecular Recognition: An Interdisciplinary Journal*, 20(6), 476-482.
232. Marshall Jr, G. W., Balooch, M., Kinney, J. H., and Marshall, S. J. (1995). Atomic force microscopy of conditioning agents on dentin. *Journal of biomedical materials research*, 29(11), 1381-1387.
233. Olley, R. C., Mohsen, B. M., Alhaij, S., and Appleton, P. L. (2020). Measurement of eroded dentine tubule patency and roughness following novel dab-on or brushing abrasion. *Journal of Dentistry*, 98, 103358.
234. Pillon, F. L., Romani, I. G., and Schmidt, É. R. (2004). Effect of a 3% potassium oxalate topical application on dentinal hypersensitivity after subgingival scaling and root planing. *Journal of periodontology*, 75(11), 1461-1464.
235. Vieira, A. H. M., Passos, V. F., de Assis, J. S., Mendonça, J. S., and Santiago, S. L. (2009). Clinical evaluation of a 3% potassium oxalate gel and a GaAlAs laser for the treatment of dentinal hypersensitivity. *Photomedicine and laser surgery*, 27(5), 807-812.
236. Bergenholtz, G., Jontell, M., Tuttle, A., and Knutsson, G. (1993). Inhibition of serum albumin flux across exposed dentine following conditioning with GLUMA primer, glutaraldehyde or potassium oxalates. *Journal of Dentistry*, 21(4), 220-227.
237. de Oliveira da Rosa, W. L., Lund, R. G., Piva, E., and da Silva, A. F. (2013). The effectiveness of current dentin desensitizing agents used to treat dental hypersensitivity: a systematic review. *Quintessence International*, 44(7), 535-46.
238. Blatz, M. B. (2012). Laser therapy may be better than topical desensitizing agents for treating dentin hypersensitivity. *Journal of Evidence Based Dental Practice*, 12(2), 69-70.
239. Moritz, A., Schoop, U., Goharkhay, K., Aoid, M., Reichenbach, P., Lothaller, M. A., Wernisch, J., and Sperr, W. (1998). Long-term effects of CO₂ laser irradiation on treatment of hypersensitive dental necks: results of an in vivo study. *Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery*, 16(4), 211-215.
240. Asnaashari, M., and Moeini, M. (2013). Effectiveness of lasers in the treatment of dentin hypersensitivity. *Journal of lasers in medical sciences*, 4(1), 1-7.
241. Kim, J. S., Han, S. Y., Kwon, H. K., and Kim, B. I. (2013). Synergistic effect of dentinal tubule occlusion by nano-carbonate apatite and CO₂ laser in vitro. *Photomedicine and laser surgery*, 31(8), 392-397.
242. Moritz, A., Gutknecht, N., Schoop, U., Goharkhay, K., EBRAHIM, D., Wernisch, J., and Sperr, W. (1996). The advantage of CO₂-treated dental necks, in comparison with a standard method: results of an in vivo study. *Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery*, 14(1), 27-32.

243. Lan, W. H., and Liu, H. C. (1995). Sealing of human dentinal tubules by Nd: YAG laser. *Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery*, 13(5), 329-333.
244. Gusmão, E. S., Coelho, R. S., Farias, B. C., and Cimões, R. (2010). Dentinska preosjetljivost prije parodontne terapije i nakon nje Dentin Hypersensitivity Before and After Periodontal Treatment. *Acta stomatologica Croatica*, 44(4), 251-261.
245. Loe, H., Anerud, A., Boysen, H. and Morrison, E. (1986). Natural history of periodontal disease in man: rapid, moderate and no loss of attachment in Sri Lankan laborers 14 to 46 years of age. *Journal of clinical periodontology*, 13(5), 431-440.
246. Askar, H., Di Gianfilippo, R., Ravida, A., Tattan, M., Majzoub, J. and Wang, H. L. (2019). Incidence and severity of postoperative complications following oral, periodontal, and implant surgeries: a retrospective study. *Journal of Periodontology*, 90(11), 1270-1278.
247. Cairo, F., Nieri, M., Cincinelli, S., Mervelt, J., and Pagliaro, U. (2011). The interproximal clinical attachment level to classify gingival recessions and predict root coverage outcomes: an explorative and reliability study. *Journal of clinical periodontology*, 38(7), 661-666.
248. Marinho, L. C. N., F.G., Chaves, L. V. F., Borges, B.C.D., Martins, A.R.L.A., Lins, R.D.A.U., Galvão, E.L., Gonçalves, P.F., and Gurgel, B.C.V. (2021). Are Surgical Root Coverage Procedures Effective for Controlling Cervical Dentin Hypersensitivity? A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of the International Academy of Periodontology*, 23(4), 314–327.
249. McGuire, M. K., and Nunn, M. (2003). Evaluation of human recession defects treated with coronally advanced flaps and either enamel matrix derivative or connective tissue. Part 1: Comparison of clinical parameters. *Journal of periodontology*, 74(8), 1110-1125.
250. Douglas de Oliveira, D. W., Oliveira-Ferreira, F., Flecha, O. D., and Gonçalves, P. F. (2013). Is surgical root coverage effective for the treatment of cervical dentin hypersensitivity? A systematic review. *Journal of periodontology*, 84(3), 295-306.
251. Chiba, Y., Yamaguchi, K., Miyazaki, M., Tsubota, K., Takamizawa, T., and Moore, B. K. (2006). Effect of air-drying time of single-application self-etch adhesives on dentin bond strength. *Operative Dentistry*, 31(2), 233-239.
252. El-Askary, F. M. S., Nassif, M. S. A., Andrade, A. M., Reis, A., and Loguercio, A. D. (2012). Effect of surface area and air-drying distance on shear bond strength of etch-and-rinse adhesive. *Brazilian oral research*, 26, 418-423.
253. Fu, J., Saikaew, P., Kawano, S., Carvalho, R. M., Hannig, M., Sano, H., and Selimovic, D. (2017). Effect of air-blowing duration on the bond strength of current one-step adhesives to dentin. *Dental materials*, 33(8), 895-903.
254. Lee, Y., and Park, J. W. (2012). Effect of moisture and drying time on the bond strength of the one-step self-etching adhesive system. *Restorative Dentistry and Endodontics*, 37(3), 155-159.

255. West, N., Addy, M., and Hughes, J. (1998). Dentine hypersensitivity: the effects of brushing desensitizing toothpastes, their solid and liquid phases, and detergents on dentine and acrylic: studies in vitro. *Journal of oral rehabilitation*, 25(12), 885-895.





EKLER

EK-1. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Araştırma Projesinin Adı: Farklı Hassasiyet Giderici Ajanların Dentin Hassasiyeti Üzerine Etkinliğinin İn Vitro Olarak İncelenmesi

Sorumlu Araştırmacının Adı: Prof. Dr. Altan Doğan

Diğer Araştırmacıların Adı: Dt. Özge Uzuner Bilgiç

Sevgili.....

Benim adım Dt. Özge UZUNER BİLGİÇ. Daha güzel gülebilmen ve dişlerinin düzeltilebilmesi için tel doktorun tarafından tel tedavisine ihtiyacın olduğuna karar verildi. Tel tedavisinin başarılı olabilmesi için bazı dişlerinin çekilmesi gerekiyor. Eğer izin verirsen çekilen dişlerini kendi çalışmamda kullanmak istiyorum. Amacımız, çekilen dişlerinden yararlanarak diş hassasiyeti dediğimiz hastalığın tedavisi için yeni yöntemler bulabilmek.

Bu araştırmayı sürdürken sana zarar verecek hiçbir müdahale yapılmayacak. Araştırmaya ben ve Prof.Dr.Altan Doğan katılacağız. Eğer sen de bu araştırmaya katılmayı istersen yapılacak olan işlem, tel tedavini yapacak olan doktorun karar verdiği dişlerinin alınması olacaktır.

Bu araştırmanın sonuçlarını başka doktorlara da söyleyeceğiz ancak senin adını kimseye açıklamayacağız.

Eğer bu çalışmaya katılırsan diş hassasiyetinin tedavi edilmesine katkı sağlamış olacaksın.

Bu araştırma hakkında anne ve babana bilgi vereceğiz ve senin de bu çalışmaya katılıp katılamayacağınla ilgili onlardan izin alacağız. Sen de bu konuyu anne ve/veya baban ile konuşabilirsin. Eğer katılmak istemezsen hiç kimse sana kızmaz veya küsmez.

Aklına şimdi gelen veya daha sonra gelecek soruları bana sorabilirsin. Telefon numaram ve adresim aşağıda yazıyor.

Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorsan lütfen aşağıya adını ve soyadını yazarak imzanı at. Daha sonra bu formun bir kopyası sana ve ailene verilecektir.

Çocuğun adı- soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih:

Velisinin adı- soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Dt. Özge Uzuner Bilgiç

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji ABD

053xxxxxx

İmza:

EK-1. (devam) Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Araştırma Projesinin Adı: Farklı Hassasiyet Giderici Ajanların Dentin Hassasiyeti Üzerine Etkinliğinin İn Vitro Olarak İncelenmesi
 Sorumlu Araştırmacının Adı: Prof.Dr.Altan Doğan
 Diğer Araştırmacıların Adı: Dt. Özge Uzuner Bilgiç

Değerli anne ve babalar;

Benim adım Dt. Özge UZUNER BİLGİÇ. Çocuğunuzun daha güzel gülebilmesi ve dişlerinin düzeltilebilmesi için ortodonti doktoru tarafından tel tedavisine ihtiyacı olduğuna karar verildi. Ortodontik tedavinin başarılı olabilmesi için bazı dişlerinin çekilmesi gerekiyor. Eğer sizde izin verirsiniz çekilen dişlerini kendi çalışmamda kullanmak istiyorum. Amacımız, çekilen dişlerden yararlanarak diş hassasiyeti dediğimiz hastalığın tedavisi için yeni yöntemler bulabilmek.

Bu araştırmayı sürdürken çocuğunuza zarar verecek hiçbir müdahale yapılmayacak. Araştırmaya ben ve Prof.Dr.Altan Doğan katılacaktır. Eğer sizin çocuğunuzun da bu araştırmaya katılmasını isterseniz yapılacak olan işlem, ortodontik tedaviyi yürütecek olan doktorun karar verdiği dişlerinin çekilmesi olacaktır.

Bu araştırmanın sonuçlarını başka doktorlara da söyleyeceğiz ancak sizin çocuğunuzun adını kimseye açıklamayacağız.

Eğer çocuğunuzun bu çalışmaya dahil edilmesine izin verirsiniz toplumumuzda yaygın olarak görülen ve rahatsız edici ağrılara neden olan diş hassasiyeti şikayetinin giderilebilmesi için en etkili tedavi yönteminin bulunmasına katkı sağlamış olacaksınız.

Bu araştırma hakkında çocuğunuza da bilgi vereceğiz ve ondan da bu çalışmaya katılması için izin alacağız. Aklınıza şimdi gelen veya daha sonra gelecek soruları bana sorabilirsiniz. Telefon numaram ve adresim aşağıda bulunmaktadır.

Çocuğunuzun bu araştırmaya katılmasını kabul ediyorsanız lütfen aşağıya adını ve soyadını yazarak imzanızı atınız. Daha sonra bu formun bir kopyası size verilecektir.

Çocuğun adı- soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih:

Velisinin adı- soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Dt. Özge Uzuner Bilgiç

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji ABD

053xxxxxx

İmza:

EK-2. Etik Kurul Raporu

Evrak Tarih ve Sayısı: 24.09.2020-E.22098



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Diş Hekimliği Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu



Sayı : 21071282-050.99-
 Konu : Etik Kurul

Sayın Prof. Dr. Altan DOĞAN
Periodontoloji Anabilim Dalı Başkanlığına

Fakültemiz Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna, etik açıdan değerlendirmek üzere göndermiş olduğunuz "Farklı Hassasiyet Giderici Ajanların Dentin Hassasiyeti Üzerine Etkinliğinin İn Vitro Olarak İncelenmesi" konulu çalışma, Etik Kurulumuz tarafından incelenmiş ve araştırma etiği açısından uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

e-imzalıdır
Prof. Dr. Nur MOLLAOĞLU
 Kurul Başkanı

Ek: Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Karar Formu (3 Sayfa)/Elden Teslim Edilecektir.

Evrakı Doğrulamak İçin: <https://belgedogrulama.gazi.edu.tr/BelgeDogrulama.aspx>
 Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Biskek Cad. No:4 kat 1 Emek/Ankara
 Tel:0 (312) 203 40 00 Faks:0 (312) 223 92 26

e-Posta: etih.fak@gaazi.edu.tr , İnternet Adresi: <http://dent.gazi.edu.tr>

Pin: 68442

Bilgi için :N. Cihan Ünay
 Birim Evrak Sorumlusu

Telefon No:(0312) 203 40 69

Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununa göre Elektronik İmza ile imzalanmıştır. (PIN:68442)

EK-2. (devam) Etik Kurul Raporu

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Prof. Dr. Altan DOĞAN tarafından gönderilen "Farklı Hassasiyet Giderici Ajanların Dentin Hassasiyeti Üzerine Etkinliğinin İn Vitro Olarak İncelenmesi" konulu çalışmanın kabulüne,
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Beşek Caddesi 82. Sokak No:4 E Blok Zemin Kat Çankaya ANKARA
	TELEFON	0312 203 40 69
	FAKS	0312 203 41 39
	E-POSTA	disetikkurul@gazi.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ

KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Altan DOĞAN			
KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Periodontoloji Anabilim Dalı Başkanlığı			
KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi			
VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI				
DESTEKLEYİCİ				
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)				
DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	☐		
	FAZ 2	☐		
	FAZ 3	☐		
	FAZ 4	☐		
	Gözlemsel ilaç çalışması	☐		
	Tıbbi cihaz klinik araştırması	☐		
	İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	☐		
	İlaç dışı klinik araştırma	☒		
	Diğer ise belirtiniz			
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Nur MOLLAOĞLU
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer aldığı her sayfaya imza atmalıdır.

EK-2. (devam) Etik Kurul Raporu

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Prof. Dr. Altan DOĞAN tarafından gönderilen "Farklı Hassasiyet Giderici Ajanların Dentin Hassasiyeti Üzerine Etkinliğinin İn Vitro Olarak İncelenmesi" konulu çalışmanın kabulüne,
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	17.09.2020	VERSİYON 2	Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	17.09.2020	VERSİYON 2	Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU	17.09.2020	VERSİYON 2	Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ	-	-	Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diğer ☐
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama				
	SİGORTA	☐				
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☒	17.09.2020- VERSİYON 2			
	BİYolojik MATERYEL TRANSFER FORMU	☐				
	İLAN	☐				
	YILLIK BİLDİRİM	☐				
	SEYAHAT RAPORU	☐				
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐				
	DİĞER:	☐				
	KARAR BİLGİLERİ	Karar No: GÜDHKAEK. 2020.20/3	Tarih: 24.09.2020			
Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerçekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri iliklatı alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.						
İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.						

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Nur MOLLAOĞLU

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile İlişki		Katılım		İmza
Prof. Dr. Tayfun ALAÇAM	Endodonti	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	
Prof. Dr. Nur MOLLAOĞLU (Etik Kurul Başkanı)	Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☐	E ☐	H ☒	
Prof. Dr. Hülya ERTEN	Restoratif Diş Tedavisi	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	
Prof. Dr. Burcu BALOŞ TUNCER	Ortodonti	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☐	E ☐	H ☒	
Prof. Dr. Şebnem GÜLEN	Fizyoloji	Ufuk Ü. Tıp Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	
Prof. Dr. Mesut Enes ODABAŞ	Çocuk Diş Hekimliği	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	
Prof. Dr. Orhan Mecit ULUDAĞ	Farmakoloji	Gazi Ü. Eczacılık Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	
Doç. Dr. Ferhan EĞİLMEZ (Ülsterimden alındı (17.09.2020))	Protetik Diş Tedavisi	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Doç. Dr. Burcu ÖZDEMİR (Etik kurul başkanı yardımcısı)	Periodontoloji	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	

Etik Kurul Başkanının

Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Nur MOLLAOĞLU

İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmaktadır.

EK-2. (devam) Etik Kurul Raporu

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI			Prof. Dr. Altan DOĞAN tarafından gönderilen "Farklı Hassasiyet Giderici Ajanların Dentin Hassasiyeti Üzerine Etkinliğinin İn Vitro Olarak İncelenmesi" konulu çalışmanın kabulüne,					
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU								
Doç. Dr. Benay YILDIRIM	Oral Patoloji	Gazi Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐
Dr. Öğr. Üyesi Hakan TUZUN	Halk Sağlığı	Gazi Ü. Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐
Av. Efe AYAZ	Avukat	Serbest Avukat	E ☒	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐
İlker YAVUZ	Fotoğraf Eğitmeni	-	E ☒	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐

*:Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Nur MOLLAOĞLU
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer aldığı her sayfaya imza atmalıdır.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : UZUNER BİLGİÇ, Özge
Uyruğu : KKTC, T.C.

Eğitim Derecesi	Okul/Program	Mezuniyet Tarihi
Doktora	Gazi Üniversitesi / Periodontoloji Anabilim Dalı	Devam Ediyor
Lisans	Yakın Doğu Üniversitesi / Diş Hekimliği Fakültesi	2015
Lise	Bülent Ecevit Anadolu Lisesi	2010

İş Deneyimi, Yıl	Yer	Görev
2021-devam ediyor	Dentavend Ağız ve Diş Sağlığı Polikliniği	Diş Hekimi
2015-2020	Cem Dental	Diş Hekimi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

-

Hobiler

-



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..