



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**DENTİN HASSASİYET GİDERİCİ AJANLARIN
FARKLI KOŞULLARDAKİ TÜBÜL TİKAÇ
ETKİNLİĞİNİN KARŞILAŞTIRMALI OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Esmahan OKUR

UZMANLIK TEZİ

Dr. Öğr. Üyesi Güneş BULUT EYÜBOĞLU

TRABZON-2020



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**DENTİN HASSASIYET GİDERİCİ AJANLARIN
FARKLI KOŞULLARDAKİ TÜBÜL TİKAÇ
ETKİNLİĞİNİN KARŞILAŞTIRMALI OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Esmahan OKUR
ORCID: 0000-0002-6389-4692

UZMANLIK TEZİ

Dr. Öğr. Üyesi Güneş BULUT EYÜBOĞLU
ORCID: 0000-0002-0033-7135

TRABZON-2020

ONAY SAYFASI

Bu Tez Uzmanlık Tezi Standartlarına Uygun Bulunmuştur.

Dr. Öğr. Üyesi Güneş BULUT EYÜBOĞLU

Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Başkanı

Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Anabilim Dalı Uzmanlık Öğrencisi Arş. Gör. Dt. Esmahan OKUR hazırladığı "Dentin Hassasiyet Giderici Ajanların Farklı Koşullardaki Tübül Tıkaç Etkinliğinin Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi " başlıklı Tez Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca kapsam ve bilimsel kalite yönünden değerlendirilerek oy birliği ile Uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

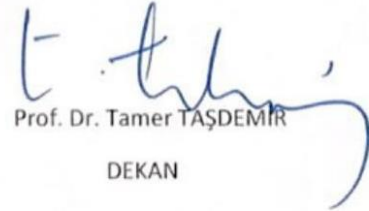
Danışman Dr. Öğr. Üyesi Güneş BULUT EYÜBOĞLU

Jüri Prof. Dr. Arzu MÜJDECİ

Jüri Dr. Öğr. Üyesi Tuğba SERİN KALAY



Bu Tez KTÜ Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş tedavisi Anabilim Dalı'nın 29/12/2020 tarih ve 32. sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Prof. Dr. Tamer TAŞDEMİR
DEKAN

ARALIK -2020

TRABZON

BEYAN

Bu tez çalışmasının Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Hazırlama ve Yazım Kılavuzu standartlarına uygun olarak hazırlanarak yazıldığını, tezin akademik ve etik kurallara bağlı kalınarak gerçekleştirilmiş özgün bir bilimsel araştırma eserim olduğunu, tezde yer alan ve bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kullanılan kaynakların kaynaklar listesinde yer aldığını, tezin çalışılması ve yazımı aşamalarında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını tezimin BAP koordinasyon birimi tarafından TDH-2019-8303 proje kodu ile desteklendiğini beyan ederim.

25.12.2020
Esmahan Okur
(İmza)

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışmam boyunca bilgisini, desteğini ve yardımını benden esirgemeyen, değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Güneş BULUT EYÜBOĞLU'na,

Uzmanlık eğitimim boyunca üzerimde emeği geçen Sayın Dr. Öğr. Üyesi Tuğba SERİN KALAY'a, Dr. Öğr. Üyesi Kıvanç DÜLGER'e, Prof. Dr. Tamer TAŞDEMİR'e, Doç. Dr. Davut ÇELİK'e, Prof. Dr. Tamer TÜZÜNER'e,

KTÜ Makina Mühendisliği Bölümü'ne, KTÜ Merkezi Araştırma Laboratuvarı'na, KTÜ Tıbbi Biyokimya Bölümü Arş. Gör. Sevil KÖR'e ve desteklerinden dolayı KTÜ Bilimsel Araştırmalar Projeler Birimi'ne,

Uzmanlık eğitimim boyunca yanımda olan başta eş kıdemim Beyza ZAIM olmak üzere, bölüm arkadaşlarım Ayça KIRAN, Pınar NAİBOĞLU, Esra BALTACIOĞLU, Hatice ERYUVA, Ayşenur YAVUZ, Elif KARAPIÇAK, Pelin TÜRKYILMAZ, Fatih YAVUZ, Leyla DEVLETLİ ÖZYİĞİT, Zühal ATA, İremnur ÇAKMAK, İrem GÜRSES, Özge MİMİR'e,

Birçok güzel anı paylaştığım, sevgilerini her zaman hissettiğim, yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Merve SALMANLI, Sinem ESEN MUTLU, Turgay MUTLU, İrem ÜNAL KARATEPE, Yusuf KARATEPE, Özlem KAYA'ya,

Bölüm sekreterlerimiz Nahide KUVVET ve Yeşim YILMAZ AYDIN'a, bölüm personellerimiz Serhat ŞAHİN, Züleyha AKPINAR ve Burak YAZICI'ya

Her zaman yanımda olan ve desteklerini benden esirgemeyen canım aileme,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Esmahan Okur

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇ KAPAK SAYFASI	
ONAY	
BEYAN	
TEŞEKKÜR	
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar DİZİNİ	viii
RESİMLER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ	xi
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xiv
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Dentinin Yapısı	3
2.2. Dentinin İnnervasyonu	4
2.3. Dentinin Geçirgenliği	5
2.4. Dentin Hassasiyeti	6
2.4.1. Prevelans	6
2.4.2. Etiyoloji	6
2.4.3. Dentin Hassasiyetinin Mekanizması	8
2.4.3.1. Doğrudan Sinir Sonlanması	9
2.4.3.2. Odontoblast Reseptör Teorisi	9
2.4.3.3. Hidrodinamik Teori	9
2.5. Dentin Hassasiyetinin Teşhisi ve Ayırıcı Tanı	10
2.6. Dentin Hassasiyetinin Tedavisi	12
2.6.1. Dentin Hassasiyetinin Tedavisinde Kullanılan Ajanlar Ve Tedavi Yöntemleri	13
2.6.1.1. Desensitizasyon Sağlayan Ajanlar	16
2.6.1.2. Anti-İnflamatuvar Ajanlar	16
2.6.1.3. Dentin Tübüllerini Tıkayan Ajanlar	16
2.6.1.4. Dentin Yüzeyini Örtten Ajanlar	23

2.6.1.5. Periodontal Yumuşak Doku Grafti	25
2.6.1.6. Homeopatik Tedaviler	25
2.6.1.7. Lazerler	26
3. GEREÇ ve YÖNTEM	31
3.1. Dentin Örneklerinin Hazırlanması	31
3.2. Dentin Hassasiyet Giderici Ajanların Uygulanması	35
3.3. Erozyon-Abrazyon Döngüsü	38
3.4. Profilometrik Analiz	40
3.5. Taramalı Elektron Mikroskobu İncelemesi	40
3.6. İstatistiksel Analiz	41
4. BULGULAR	42
4.1. Profilometrik Analiz Sonuçları	42
4.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi Sonuçları	49
4.2.1. Kontrol Grubu	49
4.2.2. Er, Cr:YSGG Lazer Grubu	50
4.2.3. Teethmate Desensitizer Grubu	51
4.2.4. Teethmate Desensitizer- Er, Cr:YSGG Lazer Grubu	52
4.2.5. TMD ve TMD-L Grubu Karşılaştırma	53
4.2.6. Gluma Desensitizer Grubu	54
4.2.7. Gluma Desensitizer- Er, Cr:YSGG Lazer Grubu	55
4.2.8. GD ve GD-L Grubu Karşılaştırma	56
4.2.9. Enamelast Grubu	57
4.2.10. Enamelast- Er, Cr:YSGG Lazer Grubu	58
4.2.11. EN ve EN-L Grubu Karşılaştırma	59
4.2.12. Clinpro White Varnish Grubu	60
4.2.13. Clinpro White Varnish- Er, Cr:YSGG Lazer Grubu	61
4.2.14. CWV ve CWV-L Grubu Karşılaştırma	62
5. TARTIŞMA	63
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	83
7. KAYNAKLAR	85
EKLER	102
EK 1. Etik Kurul Onay Belgesi	103
ÖZGEÇMİŞ	104

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No		Sayfa
Tablo 1.	DH tedavisinde kullanılan ajanların sınıflandırılması	15
Tablo 2.	Deney grupları ve kullanılan hassasiyet giderici ajanlar	35
Tablo 3.	DHGA'nın üretici talimatları	37
Tablo 4.	Erozyon/abrazyon döngüsü	39
Tablo 5.	Ortalama yüzey pürüzlülük değerleri	42
Tablo 6.	İki yönlü anova gruplar arası etkileşim tablosu	43
Tablo 7.	İki yönlü anova grup içi etkileşim tablosu	43
Tablo 8.	Grup içi istatistiksel değerlendirmeler	44
Tablo 9.	Gruplar arası istatistiksel değerlendirmeler	46
Tablo 10.	Lazer ile kombine edilen gruplar arasında karşılaştırma	48

RESİMLER DİZİNİ

Resim No		Sayfa
Resim 1.	Düşük hızlı hassas kesme cihazı	32
Resim 2.	Dentin örneği hazırlamak için yapılan kesimler	32
Resim 3.	Dentin örneği hazırlamak için yapılan kesimler	32
Resim 4.	Dentin örneği	32
Resim 5.	Otopolimerizan akrilik rezine gömülen dentin örneği	33
Resim 6.	140 adet dentin örneği	33
Resim 7.	Zımparalama cihazı	34
Resim 8.	Deneylerde kullanılan DH giderici ajanlar	36
Resim 9.	Er, Cr: YSGG lazer ve kullanılan parametreler	38
Resim 10.	Er, Cr: YSGG lazer ve kullanılan parametreler	38
Resim 11.	Diş fırçalama için hazırlanılan düzenek	39
Resim 12.	Diş fırçalama için hazırlanılan düzenek	39
Resim 13.	Profilometrik analiz cihazı	40
Resim 14.	Örneklerin altın film tabakası ile kaplanması	41
Resim 15.	Taramalı elektron mikroskopu	41
Resim 16.	Kontrol grubu SEM görüntüleri	49
Resim 17.	Kontrol grubu dentin tübüllerinin arayüz görüntüsü	49
Resim 18.	Kontrol grubu ve Er, Cr: YSGG lazer grubu SEM görüntüleri	50
Resim 19.	Er, Cr: YSGG lazer grubu dentin tübüllerinin arayüz görüntüsü	50
Resim 20.	Kontrol grubu ve TMD grubu SEM görüntüleri	51
Resim 21.	TMD grubu dentin tübüllerinin arayüz görüntüsü	51
Resim 22.	Kontrol grubu ve TMD-L grubu SEM görüntüleri	52
Resim 23.	TMD-L grubu dentin tübüllerinin arayüz görüntüsü	52
Resim 24.	TMD ve TMD-L gruplarının SEM görüntüleri	53
Resim 25.	Kontrol grubu ve GD grubu SEM görüntüleri	54
Resim 26.	GD grubu dentin tübüllerinin arayüz görüntüsü	54
Resim 27.	Kontrol grubu ve GD-L grubu SEM görüntüleri	55
Resim 28.	GD-L grubu dentin tübüllerinin arayüz görüntüsü	55
Resim 29.	GD ve GD-L gruplarının SEM görüntüleri	56
Resim 30.	Kontrol grubu ve EN grubu SEM görüntüleri	57

Resim 31.	EN grubu dentin tübüllerinin arayüz görüntüsü	57
Resim 32.	Kontrol grubu ve EN-L grubu SEM görüntüleri	58
Resim 33.	EN-L grubu dentin tübüllerinin arayüz görüntüsü	58
Resim 34.	EN ve EN-L gruplarının SEM görüntüleri	59
Resim 35.	Kontrol grubu ve CWV grubu SEM görüntüleri	60
Resim 36.	CWV grubu dentin tübüllerinin arayüz görüntüsü	60
Resim 37.	Kontrol grubu ve CWV-L grubu SEM görüntüleri	61
Resim 38.	CWV-L grubu dentin tübüllerinin arayüz görüntüsü	61
Resim 39.	CWV ve CWV-L gruplarının SEM görüntüleri	62



KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ

Kısaltmalar

KTÜ	Karadeniz Teknik Üniversitesi
DH	Dentin Hassasiyeti
DHGA	Dentin Hassasiyeti Giderici Ajanlar
EDTA	Etilendiamin Tetraasetik Asit
TMD	Teethmate Desensitizer
GD	Gluma Desensitizer
EN	Enamelast
CWV	Clinpro White Warnish
Er, Cr:YSGG	Erbium, Chromium: Yttrium, Scandium, Gallium, Garnet
Er:YAG	Erbium: Yttrium, Aliminyum, Garnet
Nd:YAG	Neodmium: Yttrium, Aliminyum, Garnet
He-Ne	Helyum-Neon
GaAlAs	Galyum-Alüminyum-Arsenid
HEMA	Hidroksi Etil Metakrilat
HA	Hidroksiapatit
APF	Asidüle Fosfat Florür
CPP	Kazein Fosfopeptid
ACP	Amorf Kalsiyum Fosfat
CLSM	Konfokal Lazer Tarama Mikroskopisi
SEM	Taramalı Elektron Mikroskopu
ISO	Uluslararası Standardizasyon Örgütü
Ark.	Arkadaşları

Simgeler

<	Küçük
>	Büyük
°C	Santigrat Derece
µm	Mikrometre
mm	Milimetre
nm	Nanometre
GPa	Gigapaskal
N	Newton

Formüller

Ca	Kalsiyum
CO₂	Karbondiyoksit
NaF	Sodyum Florür
CaF₂	Kalsiyum Florür
SnF₂	Kalay Florür



ÖZET

Dentin Hassasiyet Giderici Ajanların Farklı Koşullardaki Tübül Tıkaç Etkinliğinin Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi

Bu tez çalışmasının amacı, farklı içeriklere sahip dentin hassasiyet giderici ajanların (DHGA; Teethmate Desensitizer, Gluma Desensitizer, Clinpro White Varnish, Enamelast) ve Er, Cr:YSGG lazerin tek başına ve DHGA ile kombine olarak uygulanmalarının ve erozyon/abrazyon döngüsünün, dentin yüzey pürüzlülüğüne ve tübül tıkaç etkinliğine etkisinin karşılaştırmalı olarak incelenmesidir.

Çalışma için 140 adet daimi üçüncü molar diş kullanıldı. Yüzey pürüzlülüğü incelemeleri için dentin örnekleri 10 gruba ayrıldı (n=12); 1- Kontrol grubu, 2- Teethmate Desensitizer (TMD), 3- Gluma Desensitizer (GD), 4- Enamelast (EN), 5- Clinpro White Varnish (CWV), 6- Er, Cr:YSGG Lazer (L), 7- Teethmate Desensitizer-Lazer (TMD-L), 8- Gluma Desensitizer-Lazer (GD-L), 9- Enamelast-Lazer (EN-L) ve 10- Clinpro White Varnish-Lazer (CWV-L). Tüm örnekler dentin tübüllerini açığa çıkartmak için %17'lik EDTA solüsyonunda beş dakika bekletildi. Profilometrik analizler EDTA uygulaması sonrası, DHGA ve lazerin uygulanması sonrası ve beş günlük erozyon/abrazyon döngüsü sonrası yapıldı. Uygulamalar ve erozyon/abrazyon sonrası, dentin yüzeyindeki ve dentin arayüzündeki tübül tıkaç etkinliklerini incelemek için SEM kullanıldı. Yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin istatistiksel analizinde iki yönlü ANOVA testi, tek yönlü ANOVA testi ve Tukey's post hoc testi kullanıldı.

Bu çalışmanın bulgularına göre, tek başına DHGA'nın kullanıldığı gruplar (TMD, GD, EN, CWV) kontrol grubuna göre yüzey pürüzlülüğünde artışa sebep olmamıştır. Fakat tüm lazer uygulamaları (L, TMD-L, GD-L, EN-L, CWV-L), dentin yüzeyinde pürüzlülüğün artmasına sebep olmuştur. Erozyon/abrazyon sonrası tüm deneysel gruplarda, yüzey pürüzlülüğünde artış görülmüştür. SEM incelemelerinde, lazer uygulamalarının daha fazla tübül tıkaç etkinliği gösterdiği ve erozyon/abrazyon sonrası tübül tıkaç etkinliklerini kısmen devam ettirdikleri görülmüştür. Kullanılan DHGA ve lazer, erozyon/abrazyon sonrası yüzey pürüzlülüğündeki artışı engelleyemese de dentin yüzeylerindeki düzensizlikler kontrol grubuna göre daha az bulunmuştur. Bu çalışmanın bulguları, kullanılan DHGA, lazer ve kombine uygulamaların açık dentin yüzeylerini erozyon/abrazyonun olumsuz etkilerine karşı kısmen de olsa koruyucu etkisinin olduğunu gösterebilir.

Anahtar Sözcükler: Abrazyon, Clinpro White Varnish, dentin hassasiyeti, Enamelast, Er, Cr:YSGG lazer, erozyon, Gluma Desensitizer, Teethmate Desensitizer, yüzey pürüzlülüğü

ABSTRACT

Comparative Evaluation of Tubule Occlusion Efficiency of Desensitizing Agents in Different Conditions

The purpose of this thesis study is to evaluate the effects of dentin desensitizing agents with different contents (Teethmate Desensitizer, Gluma Desensitizer, Clinpro White Varnish, Enamelast) and Er, Cr:YSGG laser, alone and in combination with dentin desensitizing agents and the erosive/abrasive cycling, on dentin surface roughness and the tubule occlusion effectiveness on dentin surfaces.

For the study 140 permanent third molar teeth were used. For surface roughness examinations, dentin samples were divided into 10 groups (n = 12); 1- Control group, 2- Teethmate Desensitizer (TMD), 3- Gluma Desensitizer (GD), 4- Enamelast (EN), 5- Clinpro White Varnish (CWV), 6- Er, Cr:YSGG Laser (L), 7- Teethmate Desensitizer-Laser (TMD-L), 8- Gluma Desensitizer-Laser (GD-L), 9- Enamelast-Laser (EN-L) ve 10- Clinpro White Varnish-Laser (CWV-L). All samples were kept in 17% EDTA solution for five minutes to expose the dentinal tubules. Profilometric analyzes were performed after EDTA application, after application of desensitizing agents and laser, and after a five-day erosive/abrasive cycling. After applications and erosion/abrasion, the specimens were analyzed SEM to examine the tubule occlusion effectiveness on the dentin surface and at the dentin interface. In the statistical analysis of surface roughness measurements, two-way ANOVA test, one-way ANOVA test and Tukey's post hoc test were used to analyze.

According to the findings of this study, the groups using desensitizing agents (TMD, GD, EN, CWV) didn't cause an increase in surface roughness compared to the control group. However, all laser applications (L, TMD-L, GD-L, EN-L, CWV-L) with caused an increase in roughness on the dentin surface. After the erosive/abrasive cycling, an increase in surface roughness was observed in all experimental groups. The SEM images showed that all the laser applied groups had more tubule occlusion effectiveness and after the erosive/abrasive cycling, partially continued their tubule occlusion effectiveness. Although the desensitizing agents and laser couldn't prevent the increase in surface roughness after erosion/abrasion, the irregularities on the dentin surfaces were found to be less than the control group. The findings of this study may indicate that DHGA, laser and combined applications have a partially protective effect on open dentin surfaces against the negative effects of erosion / abrasion.

Keywords: Abrasion, Clinpro White Varnish, dentin hypersensitivity, Enamelast, erosion, Er, Cr:YSGG lazer, Gluma Desensitizer, surface roughness, Teethmate Desensitizer

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Dentin hassasiyeti (DH), dentinin termal, dokunsal, osmotik veya kimyasal uyaranlara maruz kalmasıyla oluşan, kısa ve keskin ağrı olarak tanımlanmaktadır. DH'nin etiyojisi multifaktöriyeldir ve dentinin herhangi bir nedenle ağız ortamına açılmasıyla meydana gelmektedir. Dişeti çekilmesi, dişin dental ark üzerindeki malpozisyonu, kenar uyumu bozuk restorasyonlar, hatalı diş fırçalamaya bağlı mekanik travmalar DH'nin nedenleri arasındadır. Bunun yanında erozyon, abrazyon, atrizyon ve abfraksiyon lezyonları dentin tübüllerinin açığa çıkmasına neden olan sert doku kayıplarıdır.

DH özellikle gelişmiş ülkelerde artan bir problem haline gelmektedir. İnsanlar oral hijyenlerine özen göstererek dişlerini uzun süre ağızlarında tutabilmektedir. İleri yaşlarda meydana gelen dişlerdeki mine kayıpları ve periodontal hastalıklara bağlı olarak oluşan dişeti çekilmeleri DH ile karşılaşma risklerini de artmaktadır. DH göreceli olarak ırkları, sosyal sınıfları, meslek gruplarını, yaş ve cinsiyet gruplarını etkilemektedir. DH'nin kadınlarda biraz daha fazla sıklıkta görüldüğü belirtilmiştir. Çalışılan popülasyona ve kullanılan metodolojiye bağlı olarak DH prevalansının %4-74 oranında değiştiği bildirilmektedir. DH prevalansının gelecekte, ağız hijyenine verilen önemin artması ve asidik yiyeceklerin alımındaki artışa bağlı olarak özellikle genç yaş gruplarında daha yaygın düzeyde olacağı düşünülmektedir. Çeşitli yaşam tarzı değişiklikleri ve yeni beslenme alışkanlıklarının ortaya çıkması, bugün birçok birey için eroziv süreçler nedeniyle sert diş dokularının kaybına neden olabilir. Demineralize edici özelliklere sahip yiyecek, içecek ve ilaç tüketiminin yanı sıra, gastroözofagal reflü hastalığı, bulimia ve anoreksiya gibi beslenme bozuklukları da çürük olmayan lezyonların ortaya çıkma olasılığını arttırmaktadır.

Dental erozyon, kimyasal, biyolojik ve davranışsal faktörlerin neden olduğu, diş dokularının dış tabakasının ilerleyici ve geri dönüşümsüz şekilde demineralizasyonu ile sonuçlanan çok faktörlü bir patogenezi içerir. Dental erozyon, DH'nin oluşumu ve gelişmesinde önemli rol oynar. Erozyon, abrazyon ile kombine olduğunda dentinin aşınmasını arttırabilir ve tübüllerin açılmasına neden olabilir. Bu nedenle erozyon ve abrazyon, DH tedavisinde kullanılan hassasiyet giderici ajanların tübül tıkaç etkinliğini ve DH tedavisinin sürekliliğini etkileyebilir.

Günümüzde dentinin uyarılmasından sorumlu pulpal nosiseptörlerin hidrodinamik bir mekanizma tarafından aktive edildiği yaygın olarak kabul görmektedir. Bu teoriye göre

dentin kanalları içerisindeki sıvının içeri veya dışarı doğru hareketi dentinal ve pulpal sinir uçlarının uyarılmasına neden olmaktadır. Dentin kanalları ağız ortamına açıldığında, dentin sıvı akışı artar ve DH gelişimi için risk oluşur.

DH toplumda oldukça yaygın olarak görüldüğü için, tedavisi amacıyla piyasada çok fazla sayıda ve farklı içeriklere sahip hassasiyet giderici ajanlar mevcuttur. Fakat bu ajanların etkinliğiyle ilgili altın standart bir tedavi modeli yoktur. Ayrıca günümüzde DH tedavisinde hassasiyet giderici ajanların yanında, lazerler de kullanılmaya başlanmıştır. Hassasiyet giderici ajanlar ile lazerler karşılaştırıldığında, literatürde çelişkili sonuçlar mevcut olup, bazı çalışmalarda lazerler daha üstün bulunurken, bazılarında uygulamalar arası bir fark bulunmamıştır. Bunun yanında son yıllarda hassasiyet giderici ajanlar ve lazerler kombine olarak kullanılmaya başlanmıştır ve etkinliği gösterilmiştir.

Bu amaçla bu tez çalışmasında, kalsiyum fosfat içerikli Teethmate Desensitizer (Kuraray), glütaldehit ve HEMA içerikli Gluma Desensitizer (Kulzer), sodyum florür ve trikalsiyum fosfat içerikli Clinpro White Varnish (3M ESPE), sodyum florür içerikli Enamelast (Ultradent) ve Er,Cr: YSGG lazer (Biolase, Waterlase) kullanılmıştır. Amacımız bu ajanların hem tek başına hem de lazer ile kombine olarak açık dentin yüzeyine uygulanmasının, dentin yüzey pürüzlülüğüne etkisini ve tübül tıkaç etkinliğini, uygulamalar sonrası ve erozyon/abrazyon döngüsü sonrası incelemektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Dentinin Yapısı

Dişin en hacimli mineralize bağ dokusu olan dentin, dentin-pulpa kompleksinin sert doku kısmını oluşturur (1, 2). Dentin sarımsı renkte, ışığı yarı geçirgen özelliğe sahip ve poröz bir yapıdadır. Mezoderm kökenli bir yapı olup; gelişme ve kimyasal yapı bakımından kemiğe benzerdir. Mine, dentinin kron kısmını, sement ise dentinin kök kısmını kaplar (2).

İnsan dentininin mineral içeriği kemikten biraz daha yüksektir. Mineral faz ağırlıkça dentinin yaklaşık %70'ini oluştururken, organik faz %20'sini oluşturur. Hacimsel olarak, mineral ve organik fazlar sırasıyla yaklaşık %50 ve %30'dur, geri kalan kısım ise sudur. Bileşenler dokuda eşit şekilde dağılmaz; dentin yapısı mikroskobik seviyede oldukça değişkenlik gösterir (3). Organik maddenin yaklaşık %90'ı tip I kollajen ve %10'u kollajen olmayan proteindir (4). İnorganik yapının temelini, kalsiyum fosfat ve kalsiyum hidroksit bileşiminden oluşan kalsiyum hidroksiapatit kristalleri oluşturur (3). Bunun yanı sıra çeşitli kalsiyum tuzları, flor, bakır, çinko, demir gibi eser elementler de bulunur (5). Dentin, mineden daha az mineralizedir, fakat sement ve kemikten daha mineralizedir. Dentinin mineral içeriği yaşla birlikte artar. Dentin, mineden belirgin olarak daha yumuşaktır, ancak kemikten ve sementten daha serttir. Dentin sertliği, minenin sertliğinin ortalama beşte biridir ve mine-dentin sınırına yakın alanlarda, pulpanın yakınından yaklaşık üç kat daha fazladır. Dentin sert, mineralize bir doku olmasına rağmen, yaklaşık 18 gigapaskal (GPa) elastikiyet modülüne sahiptir. Bu esneklik, daha kırılgan olan ve daha az esnekliğe sahip minenin desteklenmesine yardımcı olur (4).

Dentin oluşumu (dentinogenez), odontoblast adı verilen hücreler tarafından gerçekleştirilir. Odontoblastlar, pulpa ve dentin dokularının bir parçası olarak kabul edilirler. Çünkü odontoblastların hücre gövdeleri pulpa boşluğundadır ve uzun, ince sitoplazmik hücre uzantıları (Tomes lifleri) mineralize dentindeki tübüllerin içine (100-200 µm) uzanır. Bu odontoblastik hücre uzantıları nedeniyle, dentin, fizyolojik ve patolojik uyaranlara tepki verme yeteneğine sahip canlı bir doku olarak kabul edilir (4).

Dentin, odontoblastlar tarafından salgılanmasının kronolojisine ve salgılama koşullarına göre primer, sekonder veya tersiyer dentin olarak sınıflandırılabilir. Primer dentin, diş oluşumu sırasında, kök oluşumunun tamamlanmasına kadar günde yaklaşık 4 µm oranında salgılanır (6). Sekonder dentin, kök oluşumunun tamamlanmasından sonra

yaşam boyunca günde yaklaşık 0.5 μm 'lik artışlarla salgılanmaya devam eder. Tüm pulpa-dentin sınırı boyunca fizyolojik olarak oluşan primer veya sekonder dentinin aksine tersiyer dentin, primer ve sekonder dentin hasarına yanıt olarak odontoblastlar tarafından salgılanır. Tersiyer dentin salgılama işlemi ayrıca, başlangıç tepkisinin şiddetine ve yeni biriken dentin matriksinin olduğu koşullara bağlı olarak, reaksiyoner veya reperatif dentin olarak sınıflandırılabilir (7). Reaksiyoner dentin, önceden varolan odontoblastlar tarafından, reperatif dentin ise orijinal odontoblastların ölümünden sonra oluşan odontoblast benzeri hücreler tarafından oluşturulur (8).

Dentin oluşumunun başlangıcında mine organının altındaki diş papillasında periferik olarak biriken ilk dentin tabakasına manto dentin adı verilir. Manto dentin kalınlığı insanlarda beş ila 30 μm arasında değişir. Primer dentinin geri kalanı genellikle sirkumpulpal dentin olarak adlandırılır. Sirkumpulpal dentin, intertübüler dentin ve peritübüler dentin olarak sınıflandırılabilir. İntertubüler dentin, dentinogenez sırasında odontoblastların ana salgılama ürünüdür, en büyük primer dentin hacmini oluşturur, peritubüler dentin ise dentin tübüllerinin çevresinde daha az hacimli mineralize doku kılıfını oluşturur. Mineralli doku ile diş pulpasının gevşek bağ dokusu arasında dentinin pulpal tarafında bir predentin tabakası bulunur. Bu, esasen kolajen içeren ve herhangi bir hücre gövdesi içermeyen, mineralsiz bir organik matrikstir. Predentinin, türlere ve bölgelere bağlı olarak genişliği yaklaşık 10 ila 30 μm arasında değişir. Dentinogenez sırasında ve dişin ömrü boyunca da bulunur (3).

Primer dentindeki dentin tübüllerinin duvarları, yaş ile birlikte artan mineral birikimi ile yavaş yavaş kalınlaşır. Bu nedenle dentin sertleşir ve yoğunlaşır. Çünkü lümen boşlukları küçüldükçe ve daha az hassas hale geldikçe, tübül sıvı akışı daha da kısıtlanmış olur. Primer dentindeki artan mineral miktarı dentin sklerozu olarak tanımlanır. Yaşlanmadan kaynaklanan dentin sklerozuna fizyolojik dentin sklerozu denir (4).

2.2. Dentinin İnnervasyonu

Pulpa dentin kompleksi, afferent ve post-ganglionik sempatik aksonlar içeren trigeminal sinirin dalları tarafından innerve edilir (2). Pulpada, iki tip duyu sinir lifi vardır. Bunlar; miyelinli A lifleri (A-delta ve A-beta lifleri) ve miyelinsiz C lifleridir. A liflerinin yüzde doksanı, esas olarak pulpanın koronal kısmındaki pulpa-dentin sınırında bulunan ve pulpa boynuzlarında yoğunlaşan A-delta lifleridir. C lifleri, pulpanın içinde bulunur ve odontoblastik katmanın altındaki hücresiz bölgeye uzanır (9). A-beta lifleri ise başlıca

dentini ve pulpa boynuzu tepelerindeki dentin pulpa sınırını innerve eder. A-beta lifleri dentinin mekanik (hidrodinamik) uyarılmasında en hassas liflerdir (10). A-delta lifleri, diğer A lif tiplerinden daha küçük bir çapa ve dolayısıyla daha düşük bir iletim hızına sahiptir, ancak C liflerinden daha hızlıdır. A lifleri ağrıyı doğrudan talamusa iletir ve kolayca lokalize olan hızlı ve keskin bir ağrı oluşturur. C lifleri, talamusa ulaşmadan önce birçok modüle edici internörondan etkilenir ve bu da karakteristik yavaş bir ağrıya neden olur (11).

A-beta veya A-delta duyu lifleri dokusal, evaporatif, ozmotik veya termal değişiklikler gibi hidrodinamik uyarılara yanıt veren nispeten büyük, uyarıları hızlı ileten liflerdir. Küçük miyelinsiz C-lifleri sadece dentin yüzeylerinin uyarılması yerine pulpaya ulaşan yoğun uyarılara yanıt verirler. Hidrodinamik uyarılara cevap vermezler (2). Tüm tipler daha sonra birçok kez dallanır ve çoğu, kromda kan damarları boyunca serbest sinir uçlarında, subodontoblastik pleksusta, odontoblast tabakasında, predentin içinde veya koronal dentin tübüllerinin 0.1-0.2 mm içinde sona erer (12).

2.3. Dentinin Geçirgenliği

Dentin, diffüze olan moleküllerle etkileşime girebilen, reaktif ve canlı bir dokudur (13). Dentin hem geçirgen bir yapı hem de bir bariyer olarak değerlendirilebilir. Dentin geçirgenliği, bölgesel farklılıklara, dentinin yaşına, tübül içeriğine, tübüllerin mineralizasyon derecesine, tübül-intertübül oranına, kalan dentin kalınlığına, yüzey alanına, smear tabakasının varlığına, tersiyer ve sklerotik dentin oluşumuna, dentin ve pulpa sıvısının basıncına ve diğer değişkenlere bağlı olarak değişir (14). Yapılan çalışmalar dentin sıvısının, pulpa sıvısının ultrafiltratı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle çürük, travma, kırık, diş aşınmaları, restoratif ya da periodontal tedaviler sonucu dentin ağız ortamına açıldığında, dentin tübüllerinin ağız boşluğu ile pulpayı birbirine bağlayan içi sıvı dolu difüzyon kanalları haline geleceği ve ağız ortamındaki maddelerin dentinden geçerek pulpaya ulaşabileceği belirtilmiştir (15, 16).

Dentin boyunca çözücülerin geçişi için kanallar sağlayan yapı, dentinin tübüler yapısıdır. Dentinde mm² başına düşen tübül sayısı, mine-dentin sınırında 15 000 ila pulpada 65 000 arasında değişmektedir. Tübüllerin hem yoğunluğu hem de çapı, mine-dentin sınırından itibaren dentinin derinleşmesi ile arttığından, dentin geçirgenliği mine-dentin sınırında en düşük ve pulpal tarafta en yüksektir (2).

2.4. Dentin Hassasiyeti

Dentin Hassasiyeti (DH), dentinin termal, dokunsal, buharlaşma, osmotik veya kimyasal uyaranlara maruz kalmasıyla oluşan ve uyaran ortadan kalktıktan sonra geçen, herhangi bir diş defekti ve hastalığıyla ilişkilendirilemeyen ağrı olarak tanımlanmaktadır (17). Termal uyaranlar, sıcak-soğuk yiyecek ve içecekleri ve ağız boşluğuna giren sıcak veya soğuk havayı içerir. Osmotik uyaranlara tatlı yiyecek ve içecekler örnek verilebilir. Asitli uyaranlar greyfurt, limon gibi asitli meyveler ve içecekler ile ilaçlardır (aspirin, vitamin C). Dental hava spreyi, soğuk su ve dental aspiratör ucundan (fiziksel) çıkan soğuk hava da rahatsızlığa neden olabilir (18). DH’de ağrı, kısa süreli, keskin ve iyi lokalizedir (19, 20). DH, hastaların yaşam kalitesi üzerine önemli etkileri olduğundan, gerçek bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilmiştir (21).

2.4.1. Prevalans

DH ile ilgili yapılan klinik çalışmalar, DH’nin toplum içinde %4 ile %74 arasında bir prevalansa sahip olduğunu göstermektedir (22). Periodontal hastalığı olan bireylerde bu oran %72-98 arasında değişmektedir (20). Genel olarak, DH insidansının kadınlarda erkeklere göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir; bu durum kadınların erkeklere göre ağız hijyenlerinin daha iyi olması ile ilişkilendirilebilir. DH görülen hastaların çoğu 20 ila 40 yaş aralığındadır, ancak pik yaptığı yaş üçüncü on yılın sonunda bulunur (22–24). Yaşla birlikte bu prevalans düşmektedir (25). Bunun sebebi olarak dentin ve pulpada yaşa bağlı olarak gelişen sklerotik ve sekonder dentin yapımı gibi değişiklikler ileri sürülmektedir. Ek olarak, genç yetişkinlerin alışkanlıkları ve yaşam tarzı değişiklikleri, asidik diyeti ve parafonksiyonel alışkanlıkları arttırmakta ve DH oluşumuna yol açmaktadır (26). İyi oral hijyene sahip popülasyonlarda, kötü oral hijyene sahip popülasyona göre prevalans daha yüksektir. Bu durum, açığa çıkan dentin yüzeylerini örten dental plağın; iyi oral hijyene sahip bireylerde daha az olması ile açıklanabilir (18, 27).

DH tek dişte, birden fazla dişte veya tüm ağızda görülebilir. DH en yaygın olarak daimi dişlerin bukkal servikal bölgelerinde görülür (23). Çoğunlukla her iki diş arkının da daimi kanin ve premolarları etkilenir (10, 22).

2.4.2. Etiyoloji

DH’ye sebep olan çok sayıda etiyolojik ve predispozan faktör vardır. DH, mine ve/veya kök yüzeyi kaybının bir sonucu olarak dentinin açığa çıkması ile ortaya çıkar (23).

Dentin çeşitli yollarla açığa çıkabilir. Örneğin, normal olarak dentin yüzeyini örten mine veya sement; abrazyon, atrizyon, abfraksiyon veya erozyonun bir sonucu olarak ortadan kalkabilir (23, 25). Bazı kişilerde anatomik olarak dentini örten sement ve mine, gelişimsel anomali nedeniyle dentinle karşılaşmaz ve dentin yüzeyini örtemez (25). Günümüz beslenme alışkanlıkları içinde sıklıkla yer alan asidik yiyecek ve içeceklerin tüketilmesi de mine kaybına ve alttaki dentin dokusunun açığa çıkmasına neden olabilir (28).

Dişeti çekilmeleri dentinin açığa çıkmasındaki diğer bir önemli nedendir. Dişeti çekilmesi ve daha sonra kök yüzeyinin açığa çıkması, dentin tübüllerinin daha hızlı bir şekilde etkilenmesine sebep olur. Çünkü kök yüzeyinin üzerindeki sement tabakası incedir ve kolayca uzaklaştırılabilir. Dişeti çekilmesi, çok sayıda etiyolojik faktörden etkilenen bir muamma olarak tanımlanmıştır (29). Kron-köprülerde kole uyumunun bozuk olması, periodontal operasyonlar sonucunda cep derinliğinin azalması, yanlış diş fırçalama alışkanlığına bağlı mekanik travmalar, periodontal hastalıklar, dişin dental ark üzerindeki malpozisyonu ve yaş diş eti çekilmesine neden olan faktörlerden bazılarıdır (17, 30).

Özet olarak, DH'nin gelişmesi için iki aşama ortaya çıkacaktır. İlk olarak dentinin etkilenmesiyle “lezyon lokalizasyonu” ve daha sonra dentin tübüllerinin açılmasıyla “lezyon oluşumu” ortaya çıkar (20). Bukkal servikal tercih bölgesi göz önüne alındığında, lezyon lokalizasyonu esas olarak mine ve dişeti üzerindeki abraziv ve eroziv etkilerden kaynaklanacaktır. Klinik araştırmalar, dişeti çekilmesinin dentinin etkilenmesi üzerinde, servikal mine kaybından çok daha fazla etkili olduğunu göstermektedir. Lezyonun oluşumu için sementin veya smear tabakasının uzaklaştırılması gerekir. Buna eroziv veya abraziv maddeler sebep olabilir. Lezyon oluşumu için erozyon, abrazyondan çok daha etkili bir faktördür, ancak abrazyon erozyonun etkilerini artırır (23).

Erozyon, “bakteriyel etki olmadan kimyasal etki ile diş sert dokularının ilerleyici kaybı” olarak tanımlanmıştır (31). Erozyonun diş aşınmasında rol oynayan en önemli faktör olduğu düşünülmektedir ve dişlerin, bakteriyel orjinli olmayan asitler tarafından çözünmesinden kaynaklanır (23). Erozyon, dışsal veya içsel kaynaklı olarak gerçekleşebilir (32). Bununla birlikte erozyonun başlaması ve ilerlemesi çeşitli davranışsal veya biyolojik faktörlerden de etkilenir (33).

Dışsal kaynaklı erozyon, çevresel faktörler ve diyetten kaynaklanabiliyorken, içsel kaynaklı erozyon dişlerin mide asidine maruz kalmasının bir sonucudur (23). Dışsal kaynaklı erozyon, büyük oranda diyet kaynaklıdır ve asidik gıdaların, gazlı içeceklerin,

spor içeceklerinin, turuncgillerin tüketimi ile meydana gelir (28). Çevresel faktörlerin sebep olduğu dışsal kaynaklı erozyon ise, pil imalatındaki işçiler ve şarap tadımcıları gibi asitlere veya asidik buharlara mesleki maruziyetten kaynaklanır. Bakımı yeterli olmayan, pH'sı 2.7 olan havuzlarda eğitim gören yüzücülerde görülen erozyon da çevresel faktörlerin sebep olduğu erozyona örnektir. Özellikle gece plaklarıyla uygulanan beyazlatma materyallerinin yüksek konsantrasyonda ve uzun süreli kullanımı, mine ve dentin erozyonu için bir başka risk faktörüdür ve DH oluşumuna neden olabilir. Bazı ağız gargaraları da düşük pH değerlerine sahiptir. Smear tabakasını çözme ve böylece dentin tübüllerini açığa çıkarma potansiyeline sahiptir. Gargara kullanımı sonrası diş fırçalama ile bu etki artar (23).

İçsel kaynaklı erozyon, tekrarlayan kusma, regurjitasyon veya reflü sırasında dişlerle temas eden gastrik asitten kaynaklanır. Anoreksiya nervroza veya bulimia gibi psikosomatik kaynaklı yeme bozuklukları, genellikle kendiliğinden uyarılan regurjitasyon veya kusmanın nedenidir. Somatik kökenli nedenler arasında hamilelik, alkolizm, gastrik disfonksiyon, hiatus hernisi, duodenal ve peptik ülser ve gastroözofegal reflü hastalığı gibi gastrointestinal bozukluklar bulunur (28, 34).

Dental erozyonun etiyojisi ile DH arasında bir sinerji vardır. DH, büyük ölçüde abfraktif, abrasiv veya eroziv bileşenlerden (veya bunların kombinasyondan) oluşan çok faktörlü bir patolojinin semptomudur (35). Asidik yiyecek ve içeceklerin diş sert dokularını yumuşatabildiği bilinmektedir. Yiyecek ve içeceklerin içeriğindeki sitrik, maleik, fosforik ve diğer asitlerin aşındırıcı etkisi, birçok in vitro, in situ ve klinik çalışmada gösterilmiştir. Ayrıca, asidik bir gıdanın aşındırıcı potansiyeli sadece pH'sına bağlı değildir, aynı zamanda titre edilebilir asit içeriğinden (tamponlama kapasitesi) güçlü bir şekilde etkilenir. Tamponlama kapasitesi arttıkça, tükürüğün asidi nötralize etmesi daha uzun sürer (28, 32). Erozyon, mine gibi dentinde de yüzey yumuşamasına ve büyük kayıplara neden olur, yumuşamış dentin fiziksel hakaretlere çok duyarlıdır. Tek başına erozyon, aşınmada baskın faktör iken, abrazyonla kombine olduğunda, dentinin aşınmasını arttırabilir ve tübüllerin açılmasına neden olabilir (20).

2.4.3.Dentin Hassasiyetinin Mekanizması

DH mekanizmalarını açıklamak için birçok teori kullanılmıştır (22). En yaygın olarak kabul edilen teori, pulpa-dentin kompleksinden dışarı ve içeriye doğru gerçekleşen

sıvı hareketliliğinin rol aldığını öne süren hidrodinamik teoridir (17, 22, 25). DH mekanizmasını açıklayan teoriler şunlardır;

2.4.3.1. Doğrudan Sinir Sonlanması Teorisi

Doğrudan sinir sonlanması teorisi, dentin içindeki duyu sinir uçlarının doğrudan uyarılması olarak tanımlanır (36). Termal veya mekanik uyarıların, pulpal sinir lifleri ile doğrudan iletişim yoluyla dentin tübülleri içindeki sinir uçlarını etkilediğini savunmaktadır (25). Bu teori kök dentin dış tabakasında miyelinsiz sinir liflerinin varlığının ve nörojenik polipeptitlerin varlığının gözlemlenmesi ile desteklense de, bu teoriyi destekleyen kesin kanıtlar bulunmamaktadır (37).

2.4.3.2. Odontoblast Reseptör Teorisi

Odontoblast reseptör teorisine göre, odontoblastik uzantılar dentin yüzeyinde ortaya çıkar ve çeşitli kimyasal ve mekanik uyarımlarla uyarılabilir. Bu uyarılmanın bir sonucu olarak nörotransmitterler salınır ve impulslar sinir uçlarına doğru iletilir. Odontoblast uzantılarının dentin tübülleri içine doğru sadece kısa bir mesafe kat ettiği ve bu nedenle dentin boyunca uyarım iletiminde doğrudan yer alamayacağı düşünülmektedir (23). Bugüne kadar odontoblastik uzantılarda hiçbir nörotransmitterin üretildiği veya salındığı gösterilmemiştir (25, 38). Bu nedenle bu teori reddedilmiştir.

2.4.3.3. Hidrodinamik Teori

DH için en geniş kabul gören teori Brannstrom ve ark. tarafından öne sürülen hidrodinamik teoridir (39, 40). Bu teoriye göre, dentin tübülleri içindeki sıvı termal, fiziksel veya ozmotik değişikliklerden etkilenir ve bu sıvı hareketleri baroreseptörleri uyararak DH'ye sebep olur. Artan sıvı hareketi basınç değişikliğine neden olmakta ve mekanoreseptör etki ile A delta sinir liflerini etkilemekte ve sonuç olarak keskin bir ağrı oluşmaktadır. Bu teorinin temeli, sıvı dolu dentin tübüllerinin dentin yüzeyinde ağız ortamına ve pulpa içine doğru açık olmasıdır (25). Mine ve/veya sement kaybının varlığı, servikal alanın ve bunun sonucunda dentin tübüllerinin ağız ortamına açılmasına sebep olur ve dentin sıvısının, tübüllerin içinde hareket etmesine izin verir. Sonuç olarak pulpal sinirlerin uçları uyarılır ve ağrı hissi oluşur (22, 41).

Hidrodinamik teori hem sıvı iletkenliği hem de nöral elementleri içerdiğinden, her ikisindeki değişiklikler de DH'ye neden olabilir (42). DH'nin ilk safhasında A-delta lifleri aktiftir. Dentin sıvısının hareketi sonucu ani, keskin ve kısa süreli ağrı oluşur (17, 20). DH

görülen dişler birim alan başına hassas olmayan dişlerden sekiz kat daha fazla açık tübüle sahiptir. Benzer şekilde, hassas dişlerdeki tübüllerin ortalama çapı, hassas olmayan dişlerdeki tübüllerin çapından iki kat daha büyük bulunmuştur (0.83 µm'ye karşı 0.4 µm). Bu durum sıvı hareketinde de artışa sebep olur (17).

Termal uyarılar dentin sıvısında hacimsel değişikliklere neden olur. Soğuk uyarılar sıvının dışa doğru, sıcak uyarılar ise sıvının içe doğru hareketine neden olur (2, 43). Soğuk uyarılar sıcak uyarılardan daha fazla hassasiyete sebep olurlar ve bunun nedenleri belirsizdir. Bu durum dentin boyunca sıvı hareketine karşı oluşan direncin, sıvının içeriye veya dışarıya doğru hareket ettiğinde farklı olmasından kaynaklanabilir. Pozitif hidrostatik basınçlar her zaman negatif basınçlardan daha yüksek hidrolik iletkenliğe (ve daha yüksek sıvı hareketlerine) sebep olur (2).

2.5. Dentin Hassasiyetinin Teşhisi ve Ayırıcı Tanı

DH şikayeti olan hastalarda, termal uyarılar (soğuk-sıcak yiyecek ve içecekler), osmatik uyarılar (şekerli, ekşi yiyecek ve içecekler) ve fiziksel uyarılar (diş fırçalama vb.) sonucu kısa süreli, keskin ve rahatsız edici ağrı oluşmaktadır (17, 35, 44). Oluşan ağrı, hastanın ağrıyı algılaması, toleransı gibi bireysel ve psikolojik faktörlere göre değişiklik gösterebilmektedir. Aynı tür ağrı bir hastada yaşam kalitesini azaltırken diğer bir hastada herhangi bir rahatsızlığa neden olmayabilir (17). Diş ağrısı şikayeti olan bir hasta ile karşı karşıya kaldığında, diş hekiminin karşılaştığı zorluklardan biri, DH ile aynı klinik semptomları ortaya çıkarabilecek bir dizi klinik patolojinin varlığıdır. DH teşhisi konmadan önce ayırıcı tanının yapılması ve bu patolojilerin ortadan kaldırılması gerekir (18).

DH tanısında hava spreyi ile kurutma, sondla muayene ve soğuk testleri en çok tercih edilen yöntemlerdir. Hastadan alınan anamnez büyük önem taşımaktadır. Anamnezde öncelikle sorgulanması gerekenler; sıcak veya soğuk besinlerin, tatlı yiyeceklerin, ağız solunumunun, karşıt dişle temasın kısa süreli, keskin bir ağrıya sebep olup olmadığıdır. Klinik muayenede; dişlerin kole bölgelerinde dentin dokusunun açığa çıktığı alanların varlığı kontrol edilmeli, şüpheli dişler sond veya hava spreyi ile hassasiyet açısından değerlendirilmelidir (45). Sond kullanımıyla dokusal uyarı, DH olabileceğinden şüphelenilen alanları tanımlamak için en kolay, en hızlı ve en hassas yöntemdir. Bu yöntem, servikal olarak etkilenen dentine distalden başlayıp mesial bölgeye

doğru bir sondla dokunmak, hastanın ağrı bildirdiği bölgedeki tüm dişleri incelemeyi içerir (18, 22).

DH'nin şiddetinin değerlendirilmesinde, görsel karşılaştırma skalası (Visual Analog Scale/VAS) ya da orta, hafif, şiddetli gibi kelimelerle ağrının tanımlandığı sözel tanımlama skalası kullanılır (Verbal Rating Scale/VRS) (46). VRS, ağrının tanımlanmasında yetersiz kalmaktadır (47). VAS'ın hastalara doğru anlatıldığında DH değerlendirilmesinde, ağrı yoğunluğunun ölçülmesi ve tedavilerin etkinliğinin belirlenmesinde anlaşılır, hassas ve kolay kullanılabilir olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (18, 46). VAS, 10 cm boyunda düz bir çizgiden oluşan ölçeğe sahiptir. Çizginin sol ucu 0 olup "ağrı yok" anlamına gelirken, sağ ucu 10 olup "dayanılmaz ağrı"yı temsil etmektedir. VRS'de ise hasta, ağrı şiddetini tanımlayan kelimeyi listeden seçer. VRS'de tanımlamalar;

- Ağrı yok=0,
- Hafif ağrı=1,
- Şiddetli ağrı=2,
- 10 saniyeden uzun süren aşırı şiddetli ağrı=3 şeklindedir (46, 48).

Kesin bir DH tanısı elde edebilmek için, önce karışıklığa yol açabilecek olası diğer nedenleri ortadan kaldırmak gerekir. İyi bir klinik anamnez önemlidir ve uzman tarafından sorulan sorular tedavide yardımcı olacak önemli bilgilerin toplanmasına yardımcı olabilir (22).

DH'nin ayırıcı tanısında göz önünde bulundurulması gereken diğer diş patolojileri şunlardır;

- Çatlak diş sendromu,
- Dentin adezivlerinin yanlış kullanılması sonucu oluşan mikrosızıntı,
- Kırık restorasyonlar ve yanlış yerleştirilmiş dentin pinleri,
- Kavite açılması sırasında çeşitli ilaçların uygunsuz kullanımı,
- Uygun şekilde konturlanmamış restorasyonlar sonucu dişlerin travmatik oklüzyonda olması,
- Palatogingival oluk ve diğer mine invajinasyonları,
- Dentinin açılmasına sebep olan kırılmış dişler,
- Vital diş beyazlatması sonrası oluşan ağrı,
- Çürüğe verilen pulpal yanıt ve yakın zamanda yapılan restoratif tedavi,

- Diş eti iltihabı,
- Atipik odontalji (22, 45).

2.6. Dentin Hassasiyetinin Tedavisi

Dentin hassasiyeti giderici ajanların (DHGA) bilinen iki etki mekanizması vardır. Bunlardan birincisi, tübülleri tıkayarak sıvı hareketini engellemektir. Bu kavram, Brannstrom'un öne sürdüğü dentin tübüllerindeki sıvı hareketinin afferent sinir liflerinde aksiyon potansiyelleri üretebileceğini iddia eden hidrodinamik teoriye dayanmaktadır. Diğer etki mekanizması ise, duyuusal sinirlerin uyarılabilirliğini değiştirerek pulpal sinir aktivitesini bloke etmeyi içerir. Dentinal duyu sinirlerinin aktivitesinin azalmasıyla ağrı sinyalinin merkezi sinir sistemine iletilmesi önlenmiş olur. DHGA'nın etki mekanizması bu mekanizmalardan birini veya her ikisini içerebilir (10, 49).

DH, dişin koronal veya radiküler bölgelerinde dentinin ağız ortamına açılmasından kaynaklanır. Bu nedenle önleyici tedaviler, genellikle erozyonun neden olduğu minenin aşınması ya da sağlıklı ağızlarda aşırı diş fırçalamaya bağlı, periodontal hastalık ve tedaviye bağlı sementin aşınması sonucu dentinin açığa çıkması riskini azaltmayı amaçlamalıdır (38). DH için herhangi bir tedavi stratejisini belirlemeden önce, DH riski altında olabilecek bireyleri belirlemek önemlidir. Bunlar; aşırı diş fırçalayan kişiler, periodontal tedavi gören kişiler, parafonksiyonel alışkanlığı olanlar, bulimik bireyler, ağız kuruluğu olan kişiler, yüksek asit içeren yiyecek/içecek tüketenler, dişeti çekilmesi görülen ve tütün çiğneyen kişilerdir (18, 50).

DH tedavisinde sıklıkla ihmal edilen faz, DH'nin asıl sebeplerini teşhis etmek ve ortadan kaldırmaktır. Bu sebepler, uygun olmayan diş fırçalama, erken oklüzal temaslar, dişeti çekilmesi ve diyetle çok miktarda ve sık sık asit alınması olabilir (50). DH'nin başarılı bir şekilde yönetilmesi, sadece hekim tarafından durumun doğru teşhisini içermez, aynı zamanda uygun tedavi seçenekleri, diyet tavsiyesi ve durumun takip edilmesini de kapsar (51).

Tedavi planlaması şu basamakları içermelidir (20, 23, 35, 52);

- DH hakkında hasta bilgilendirilmelidir.

- Hastadan yazılı olarak alınan diyet hikayesi etyolojik faktörlerin saptanması açısından önemlidir. Etiyolojik ve predispozan faktörler ortadan kaldırılmalı, diyet düzenlemesi yapılmalıdır.

- Ağız hijyeni iyileştirilmeli, hastaya uygun diş fırçası ile fırçalama yöntemleri anlatılmalı ve parafonksiyonel alışkanlıklar elimine edilmelidir.

- Ayırıcı tanıyı güçleştiren tüm dental patolojiler giderilmelidir (çürük dişlerin, kırık dişlerin tedavileri gibi).

- Hastaya, DH giderici ajanlar içeren (potasyum nitrat ve sodyum florür vb.) diş macunları önerilmelidir. Günde iki kez hastanın dişlerini DH giderici diş macunu ile fırçalaması ucuz, invaziv olmayan ve klinik olarak etkinliği kanıtlanmış bir yöntemdir.

- Hastaya evde kullanması için ağız gargarası tavsiye edilebilir (Hastaya tavsiye edilen gargaraların pH'larının hekim tarafından bilinmesi gerekir) ve gerekirse hassasiyet giderici jel veya vernik hekim tarafından hastaya uygulanmalıdır.

- Tedaviye cevap alınamadığı takdirde hekim tarafından iyontoforez-lazer uygulamaları ile hassasiyet giderilmesi, hassas dişlerin cam iyonomer siman, kompozit rezin vb. restore edilmesi, periodontal cerrahi ile dişetinin yeniden konumlandırılması ile DH'nin giderilmesi, tedavide yine de başarısız olduğu takdirde kanal tedavisi uygulamaları yapılabilecek tedavilerdendir.

- Her türlü tedavide olduğu gibi DH tedavisinde de hastanın takibi esastır.

2.6.1. Dentin Hassasiyetinin Tedavisinde Kullanılan Ajanlar ve Tedavi Yöntemleri

Günümüzde dentin hassasiyetinin tedavisinde kullanılan ajanlar, uygulama şekillerine göre hastaların evde kullanabildikleri ve profesyonel olarak diş hekimlerinin klinik ortamında uygulayabildikleri ürünler olarak gruplandırılabilirler (25).

Evde kullanım için piyasada bulunan çok çeşitli ürünler mevcuttur. Piyasadaki mevcut ürünler arasında stronsiyum klorür/stronsiyum asetat, potasyum nitrat/klorür/sitrat /oksalat, sodyum florid, dibazik sodyum sitrat, sodyum monoflorofosfat ve stannöz florid vb içeren diş macunları, jeller, ağız gargaraları ve sakızlar bulunmaktadır (24, 38, 51). Diş macunları hassasiyet giderici olarak en yaygın kullanılan ürünler arasındadır. Günümüzde DH giderici diş macunlarının çoğu potasyum klorür, potasyum sitrat ve potasyum nitrat gibi potasyum tuzları içermektedir (50). Çalışmalar, potasyum tuzlarının yoğun tübüller boyunca hareket ettiğini ve dişdeki sinir liflerinin aksonik etkisini bloke ederek dişin uyarılabilirliğini azalttığını göstermiştir (50, 53). Sodyum florür ve kalsiyum fosfat içeren remineralizasyon sağlayan diş macunlarının DH'yi önemli ölçüde azaltabileceğini gösteren çalışmalar vardır. Potasyum nitrat ve florür içeren gargaraların DH'yi azalttığı

gösterilmektedir (50). Potasyum klorür içeren sakızlar üzerinde de birkaç çalışma yapılmıştır. Ancak, bu tür çalışmaların sonuçları pek güvenilir değildir (54, 55). Evde kullanılan ürünler DH tedavisi için en kolay ve ucuz yöntemdir. Evde kullanılan ürünlerin dezavantajı, semptomların giderilmesi için zamana ihtiyaç duyulmasıdır (iki-dört hafta). Teorik olarak, ofiste uygulananlar anında rahatlamayı sağlar (22).

Evde uygulanan tedaviler, birçok dişi etkileyerek yaygın DH'yi tedavi edebilir. Profesyonel olarak klinikte uygulanan tedaviler ise daha komplekstir ve genellikle bir ya da birkaç dişi hedef alarak lokal DH tedavisi yapar. Profesyonel olarak klinikte uygulanan ve evde hasta tarafından uygulanan tedaviler birbirine yardımcı olarak kullanılabilir (45). Evde uygulanabilen ajanlarla hassasiyet tedavisinin etkili olmadığı ve DH'nin çok şiddetli olduğu durumlar, hekim tarafından tekrar değerlendirilmeli ve herhangi bir rahatlama gözlenmiyorsa, klinikte uygulanabilen ajanların kullanımı düşünülmelidir (24).

Hasta ve hekim tarafından uygulanan DHGA bazı özelliklere sahip olmalıdır. Grossman dentin hassasiyeti tedavisinde kullanılabilecek ideal ajanın özelliklerini aşağıdaki gibi sıralamıştır (10, 23, 56);

- Pulpayı irrite etmemeli,
- Restorasyon veya diş yüzeyinde renklenmeye sebep olmamalı,
- Yumuşak dokular için irrite edici olmamalı,
- Kolay uygulanabilmeli,
- Uygulama sırasında ağrı yaratmamalı,
- Etkisi hızlı başlamalı,
- Uzun süreli ve etkin bir rahatlama sağlamalıdır.

DH tedavisinde kullanılan hassasiyet giderici ajanların sınıflandırılması Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. DH tedavisinde kullanılan ajanların sınıflandırılması

1) Desensitizasyon Sağlayan Ajanlar
Potasyum nitrat
2) Anti-inflamatuvar Ajanlar
Kortikosteroidler
3) Dentin Tübüllerini Tıkayan Ve Örtten Ajanlar
<i>A) Dentin Tübüllerini Tıkayan Ajanlar</i>
a) İyonlar/Tuzlar: • Florid Bileşikleri -Sodyum florid -Sodyum Monoflorofosfat -Stanöz florür • Kalsiyum Bileşikleri -Kalsiyum hidroksit -Kalsiyum fosfat • Oksalat Bileşikleri -Potasyum oksalat -Ferrik oksalat • Stronsiyum Bileşikleri
b) Protein Çökelticiler • Gluteraldehit • Formaldehit • Gümüş nitrat
c) Kazein Fosfopeptidler
d) Bioaktif Cam
e) Arjinin İçeren Patlar
f) Nano- Hidroksiapaptit İçerikli Ajanlar
g) Portland Siman
h) Fitokompleksler
i) Florid İyontoforezi
<i>B) Dentin Yüzeyini Örtten Ajanlar</i>
a) Cam iyonomer simanlar
b) Kompozitler
c) Dentin Adeziv Sistemler
d) Vernikler
<i>C) Periodontal Yumuşak Doku Greftleri</i>
<i>D) Homeopatik Tedaviler</i>
<i>E) Lazerler</i>

2.6.1.1. Desensitizasyon Sağlayan Ajanlar

Potasyum Nitrat

Potasyum nitratın etki mekanizması büyük ölçüde bilinmemekle birlikte, oksitleme etkisi ile veya tübüllerin kristalizasyon yoluyla bloke edilmesi ile desensitizasyon sağladığı, pulpadaki sinir iletimini bloke ettiği ve odontoblastların etrafındaki siniri depolarize ettiği ileri sürülmüştür. DH tedavisinde kullanılmak üzere hem diş macunlarına hem de ağız gargaralarına potasyum nitrat dahil edilmiştir (49). %5'lik ve %10'luk potasyum nitrat jellerinin DH'yi azaltmada etkili olduğu ve pulpada herhangi bir olumsuz değişikliğe sebep olmadığı bildirilmiştir (57, 58).

Birçok çalışma, potasyum nitrat diş macunlarının DH'yi azaltmada etkili olduğunu gösterirken (59, 60), bazı çalışmalar hassasiyet giderici etkinliği ile ilgili çelişkili sonuçlar bildirilmiştir (61, 62). Bir sistematik derlemede "DH tedavisinde, potasyum içeren diş macunlarının kullanımının desteklenmesi için net bir kanıt yoktur" denilmiştir (49, 63).

2.6.1.2. Anti-inflamatuar Ajanlar

Kortikosteroidler

DH tedavisi için kortikosteroidler gibi anti-inflamatuar ajanların kullanılması önerilmiştir. Bu ajanların tübül oklüzyonuna yol açan mineralizasyonu indükleyebileceği varsayılsa da, bu görüş henüz doğrulanmamıştır (25, 64).

2.6.1.3. Dentin Tübüllerini Tıkayan Ajanlar

İyonlar-Tuzlar

Florid Bileşikleri

Florür ilk olarak 1941'de Lukomsky tarafından hassasiyet giderici bir ajan olarak önerildi. Lukomsky'nin önerileri doğrultusunda 1943'te Hoyt ve Bibby tarafından yapılan diğer çalışmalar, sodyum florür tedavisinin etkilerinin çok tatmin edici olduğunu ve aylarca sürdüğünü gösterdi (10, 65, 66).

Florürlerin DH'yi azaltmada etkinliği hakkında birçok çalışma vardır. Florürler, dentin tübüllerinin içindeki kalsiyum florür kristallerini çökeltir ve böylece dentin geçirgenliğini azaltır (23, 50). Florür ile tedavi edilmiş yüzeyler, asit dekalsifikasyonuna karşı artan direnç göstermiştir ve florür bileşikleri uzun zamandır etkili çürük önleyici ajanlar olarak kabul edilmektedir (67).

Klinik olarak DH tedavisi için %5'lik sodyum florür (NaF) kullanılmaktadır (68). Sodyum florür uygulaması remineralizasyona yardımcı olur ve DH'yi giderir (69). Topikal sodyum florür uygulamaları, diş yüzeyine kalsiyum florür (CaF_2) çökmesini sağlar, açık dentin tübüllerini bloke eder ve böylece dentin geçirgenliği azalır (68, 70). Ancak bu çökeltiler tükürükte yavaşça çözünür, bu da bariyerin geçici olarak etkili olmasına sebep olur (22). CaF_2 'nin kristal boyutu küçük olduğundan (yaklaşık 0.05 μm), tek bir florür uygulaması, dentin tübüllerinin çapının daraltılmasında etkili olmaz ve birden fazla uygulama gereklidir (71).

DH tedavisi için kullanılan diğer bir florür bileşiği kalay florürdür. Etkisini, yüksek mineral içeriği ile dentin yüzeyindeki açık tübüller üzerinde kalsifik bir bariyer oluşturarak gösterir (25). Thrash ve ark., kalay florürün (SnF_2) topikal uygulanmasının DH şikayeti olan hastalarda anında rahatlama sağladığını göstermişlerdir (72). Bununla birlikte, tatmin edici sonuçlar elde etmek için SnF_2 jelinin en az 4 hafta süre ile kullanılması gerekir (49).

Sodyum monoflorofosfat içeren diş macunlarının da DH tedavisinde etkili olduğu gösterilmiştir (73). Sodyum monoflorofosfatın etki mekanizması net değildir. Taramalı elektron mikroskopu çalışmaları, sodyum monofluorofosfat ile tedavi edilen dentin yüzeyinde herhangi bir görsel değişiklik göstermediğinden, dentin tübüllerinin tıkanmasında etki göstermediği düşünülmüştür (25).

NaF uygulamasının, aşırı hassas dişlerin dentin tübüllerinin çapının daraltılmasında tam etkili olmaması ve tekrarlanan uygulamalar gerektirmesi, NaF'nin farklı formlarda (vernük, jel) kullanımını ve NaF'nin trikalsiyum fosfat (TCP) gibi kimyasallarla kombinasyonunu arttırmıştır. Yapılan çalışmalar, florürlü diş macununa TCP eklenmesinin hem mine hem de dentinde florür tutulmasını arttırdığı ve remineralizasyonu kolaylaştırdığı bildirilmiştir (74, 75). Florür vernükleri, etkinliği arttırmak için asit ile de birleştirilmiştir (50, 76). Piyasadaki topikal florür jelleri, %1.23'lük asidüle fosfat florür (APF) ve nötr %2'lik NaF preperatlarıdır (30).

Kalsiyum Bileşikleri

Kalsiyum fosfat mineralleri, dentinin ana inorganik bileşenleridir ve dentin sklerozunun fizyolojik sürecinde tübülleri tıkar (77, 78). Bu doğal süreci taklit eden bir yöntem, DH için etkili bir klinik tedavi sağlayabilir (78). Kalsiyum fosfat iyonları ağız ortamında bulundukları zaman minede remineralizasyon sağlarlar (55). Yapılan

Çalışmalarda kalsiyum fosfat bileşiğinin açık dentin tübüllerini tıkadığı ve geçirgenliğı azaltarak hassasiyeti önlemede etkili olduğunu bildirilmiştir (79).

DH tedavisinde kullanılan kalsiyum bileşiklerinden olan kalsiyum hidroksitin etki mekanizması, gevşek protein radikallerinin kalsiyum iyonları ile bağlanması ve etkilenen dentinin mineralizasyonunun artırılması ile dentin tübüllerinin tıkanması olarak ileri sürölmüştür. Hemen etkili olmasına rağmen, kalsiyum hidroksitin etkisi hızla azalır ve etkisinin devam etmesi için birden fazla uygulama gerektirir (80). Kalsiyum hidroksitin dentin geçirgenliğı üzerindeki etkilerini araştıran bir çalışmada, dentinin kalsiyum hidroksit macunu ile topikal tedavisinin, hidrolik iletkenliğı %52 azalttığı sonucuna varılmıştır (81). Kalsiyum hidroksitin olumsuz bir özelliğı, alkali pH sından dolayı dişeti dokularını tahriş edebilmesidir (10, 80).

Kalsiyum fosfat içeren hassasiyet gidericiler, biyouyumluluk, biyoaktivite ve insan dişleriyle benzer kristal yapıları nedeniyle son yıllarda biyolojik malzeme araştırmaları için en popüler konulardan biri olmuştur (82). Kalsiyum fosfat bileşiklerinden, amorf kalsiyum fosfat (ACP) fizyolojik oral koşullarda en yüksek oluşum ve çözünme oranına sahiptir. Bu bileşik aynı zamanda, açık dentin tübüllerinin lümeninde hidroksapatit kristallerine hızlı dönüşüm yapabilmektedir ve böylece DH giderici etki gösterir (78). Son zamanlarda geliştirilen kalsiyum fosfat içeren DH gidericiler arasında tetrakalsiyum fosfat (TTCP) ve dikalsiyum fosfat anhidroz (DCPA) da bulunur ve bu kombinasyon kendiliğinden hidroksiapatit oluşturabilir. Ayrıca, son çalışmalar erken mine lezyonlarının remineralizasyonu ile DH’de önemli oranda azalma olduğunu bildirmiştir (83, 84).

Oksalat Bileşikleri

DH tedavisinde kullanılan oksalat bileşikleri, kalsiyum oksalat kristalleri oluşturarak dentin tübüllerini tıkarlar (85, 86). Çözünür haldeki oksalat ile reaksiyona giren Ca iyonları dentin tübülleri içinde ve dentin yüzeyinde çözünmeyen kalsiyum oksalat kristalleri oluşturur (87). Kristal birikimi dentin içindeki sıvı hareketini azaltır ve sonuç olarak hidrodinamik prensiplere göre DH önlenir (87, 88). Oksalat bileşiklerinin dentin geçirgenliğini %98’e kadar azalttığına dair çalışmalar vardır (50, 89, 90). Bununla birlikte, bulgular oksalatın DH’nin önlenmesinde kısa bir süre etkili olduğunu göstermiştir (87). Oksalat bileşiklerinin, iyi tüböl oklüzyonu sağlamasına rağmen asitte kararsız oldukları ve dentin yüzeyinden kolayca ayrılabilirdikleri gösterilmiştir (45). %3 monohidrojen-

monopotasyum oksalat gibi oksalatlar, asitte göreceli olarak daha dayanıklıdır, bu da onları tedavi sırasında çözünmeye karşı daha dirençli hale getirir (36, 91).

DH tedavisi için ferrik oksalat da önerilen bileşikler arasındadır. Potansiyel klinik etkinliği, açık dentin tübüllerinin kalsiyum oksalat oluşumu ile tıkanması ve dentin geçirgenliğini azaltma yeteneğine dayanmaktadır (92, 93). Yapılan çalışmalarda, bir dakika boyunca ferrik oksalat uygulamasının, hem periodontal cerrahi sonrası hem de mevcut DH hastaları için termal duyarlılığı azaltmada anında fayda sağladığı (5-10 dakika içinde) gösterilmektedir (92, 94). Fakat oksalat solüsyonları, toksik olmaları ve gastrik irritasyona sebep olabilmeleri sebebiyle dikkatli kullanım gerektirmektedir (95).

Stronsiyum Bileşikleri

Stronsiyum tuzları, diş yüzeyi üzerinde çözünmeyen metal bileşiklerini çökelterek açık dentin tübülleri kısmen veya tamamen tıkar (36). Literatürde, demineralize dentini güçlendirmek için sinir depolarizasyonu etkisi olduğu ve hidroksiapatit yapısında kalsiyum ile stronsiyumun yer değiştirmesi ile etki ettiği de bildirilmiştir (96).

% 10 stronsiyum klorür içeren diş macunları, DH'nin giderilmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır ve DH'nin tedavisinde etkili olduğu çalışmalarda gösterilmiştir (49, 97, 98). Stronsiyum, florür ile aynı anda uygulandığında, florürle reaksiyona girebilir ve etkinliği azalabilir. Bu etkileşimi önlemek için florürlü kombinasyonlarda stronsiyum asetat kullanılmıştır (99). Yapılan çalışmalarda diyetle alınan asitlerin, stronsiyum asetat tarafından oluşturulan tübül tıkaçlarını önemli ölçüde etkilemediği bulunmuştur (100).

Protein Çökelticiler

Gluteraldehit

Gluteraldehit, tükürük proteinlerini dentin kanalları içerisine çökeltme yeteneğinden dolayı DH tedavisinde etkin bir şekilde kullanılan hassasiyet giderici bir ajandır (25, 101). Gluteraldehit, dentinal sıvı içerisindeki serum albümini ile reaksiyona girerek, çökmeye sebep olur ve tübüllerde tıkanma sağlar (102). Gluteraldehit çok kuvvetli bir doku fiksatifidir ve gingival dokulara temasından kaçınılmalıdır, kullanımı sırasında iyi bir izolasyon sağlanmalıdır (25, 103).

Gümüş Nitrat

Gümüş nitrat bir protein çökelticidir. Hassasiyeti azaltmak için tübüllerde protein çökmesine neden olduğu düşünülmektedir. Gümüş nitratin, diş yüzeyinde renklenmeye sebep olduğu ve potansiyel olarak pulpa ve dişetine zarar verdiği gösterilmiştir (64, 104). Greenhill ve Pashley, tek başına veya formalin ile kombinasyon halinde gümüş nitratin dentin sıvı akışını büyük ölçüde azalttığını buldular (90). Bununla birlikte, gümüş tuzları dentin içinden pulpaya yayılabilir ve pulpal inflamasyon oluşturabilir (64, 104). Günümüzde pek fazla kullanılmamakla birlikte geçmişte DH giderici olarak kullanılmıştır.

Kazein Fosfopeptidler

Kazein, süttten elde edilen bir proteindir. Kazein fosfopeptid (CPP) kalsiyum, fosfat ve hidroksit iyon kümelerini amorf nanokompleksler olarak stabilize eder ve bu iyonları diş yüzeyinde lokalize eder (105, 106). CPP molekülleri fosfoseril içerir ve fosfoseril, amorf kalsiyum fosfatı (ACP) nötral ve alkali koşullarda stabilize ederek kalsiyum fosfatın çözünürlüğünü artırır (107, 108). Stabilize olan CPP-ACP, kalsiyum fosfatın çözünmesini engellemekte, aşırı doymuş kalsiyum fosfat oluşmasını sağlamaktadır (24, 48). CPP-ACP'nin aside maruz kalması, ortamda ACP açığa çıkmasına neden olmakta ve ortama salınan kalsiyum ve fosfat iyonları, asidik ortamı da tamponlayarak pH'yi dengelemektedir. Bu nedenle demineralizasyonu engellemeye yardımcı olmaktadır (109). Bazı çalışmalar CPP-ACP'nin derin mine lezyonlarını etkin bir şekilde yeniden mineralize edebileceğini bildirmiştir. CPP-ACP'nin remineralizasyon potansiyeline dayanarak DH tedavisinde kullanılmaya başlanmıştır (21, 110). Yapılan bir in vitro çalışmada, dentin örnekleri üzerine CCP-ACP içerikli DHGA'nın uygulanmasının dentin geçirgenliğini kısmen azalttığı ve dentin yüzeyinde çökelti oluştursa da bunların asit uygulamalarına karşı dirençli olmadığı ve etkili olması için birkaç uygulama gerektirdiği bildirilmiştir (111). Yapılan bir klinik çalışmada, 6 aylık takip sonunda uzun süreli DH giderici etkisinin yeterli olmadığı gösterilmiştir (21).

Biyoaktif Cam

Biyoaktif ve biyouyumlu camlar kemik replasman materyalleri olarak geliştirilmiştir ve çalışmalar bu camların fizyolojik sistemlerde osteogeneze neden olabileceğini veya katkı sağlayabileceğini göstermiştir (112). Diş hekimliğinde ise periodontal cerrahi esnasında kemik defektlerinin doldurulması amacıyla kullanılmaya başlanmıştır (113). Biyoaktif cam partiküllerinin kemiğe bağlanması, camın sulu

çözeltilere maruz bırakılması ile başlar. Camdaki sodyum iyonları vücut sıvılarından aldıkları hidrojen iyonları ile yer değiştirerek pH'nın artmasına neden olur (112, 114). Ca iyonlarını serbest bırakan biyolojik sıvılarla etkileşime girer ve hidroksiapatit oluşumunu uyaran silikat açısından zengin bir yüzey oluşturur (96). Ana bileşeni, kalsiyum ve fosfatın çökmesi için bir çekirdek görevi gören bu silikattır. Taramalı elektron mikroskobu çalışmaları, biyoaktif cam uygulamasının, dentin tübüllerinin tıkanmasına yol açan bir hidroksiapatit tabakasının oluşumunu teşvik ettiğini göstermiştir (112, 115, 116). Hidroksiapatit tabakası, dentin içinde bulunan mineral hidroksiapatite benzerdir, cam partiküllerinin dentin yüzeyine daha güçlü yapışmasını sağlamak için her ikisi de kimyasal olarak birbirine bağlanabilir. Ayrıca biyoaktif cam, onarıcı dentin oluşumunu indükleyebilir. Bu onarıcı dentin, zararlı maddelerin dentin tübüllerinden diş pulpasına difüzyonunu engeller ve dentin sıvısının hareketini azaltır. Bu nedenle, biyoaktif camların dentin yüzeyine uygulanması DH'de uzun süreli bir tedaviye sebep olur (117).

Arginin İçeren Patlar

Lupin bitkisi ekstraktından izole edilen bir esansiyel amino asit olan arginin, bikarbonat ve kalsiyum karbonat ile kombine edilmiştir ve yapılan çalışmalarda açık dentin tübüllerini fiziksel olarak bloke etmek ve tıkmak için yüzeyde, arginin bikarbonat ve kalsiyum karbonat kombinasyonunun birikebileceği gösterilmiştir (118, 119). Arginin ve kalsiyum karbonatın fizyolojik pH derecesinde etkileşime girerek, dentinin negatif yüklü yüzeyine yapıştıkları ve gerek dentin yüzeyinde gerekse dentin kanallarının içinde kalsiyum bakımından zengin bir tabaka oluşturarak kanalları tıkayarak etki gösterdikleri ortaya konulmuştur (118, 120). Arginin, tükürüğün doğal olan açık dentin tübüllerini tıkama sürecini taklit eder. Ağız ortamına açık olan dentine uygulandığında, açık dentin tübülleri arginin, kalsiyum, fosfat ve karbonat içeren bir tıkaç ile kapatılır. Normal pulpa basıncına ve asit ataklarına dirençli olan bu tıkaç, dentin akışını etkili bir şekilde azaltır ve böylece hassasiyet önler (121).

Nano-Hidroksiapatit İçerikli Ajanlar

Hidroksiapatit (HA), insan vücudundaki sert dokuların temel bileşenidir (122, 123). Ticari olarak temin edilebilen nano-HA preparatları toz formunda veya diş macunu şeklinde macun formundadır. Nano-HA kristalleri üretmek için, kalsiyum fosfatın hidrolizlenmesi, hidrotermal sentez, dondurarak kurutma, sol-jel tekniği, jel difüzyonu, elektrokimyasal birikim ve çökeltme gibi çeşitli yöntemler vardır. Sentetik HA, biyolojik

uyumluluk, biyoaktivite ve osteokondüktivite nedeniyle en önemli implante edilebilir malzemelerden biri olarak bilinir. Çünkü yapısı doğal kemiklerin mineral bileşenlerine benzerlik gösterir ve insan sert dokuları için yedek malzeme olarak kullanılır (124). Osteokondüktif ve biyoaktif özelliklerin bir sonucu olarak, hem diş hekimliğinde hem de ortopedide biyomateryal olarak yaygın tercih edilir (125).

Biyoaktif özellikleri ve mineralizasyon sürecini indükleme kabiliyeti nedeniyle nano-HA, DH tedavisinde kullanılabilir. Nano-HA kolayca dentin tübüllerine nüfuz edebilir ve mineralleştirici bir ajan olarak reaksiyona girebilir, böylece tübülü tıkar ve tübül içindeki sıvının dolaşımını durdurabilir. Ayrıca, diş yapısı ile kimyasal reaksiyonlara girerek mekanik veya kimyasal faktörlere karşı direnç sağlar. Böylece etkili ve uzun süreli terapötik etki sağlanır (126).

Portland Siman

Portland siman suyun varlığında sertleşebilir ve sabit bir katı madde oluşturabilir (127). Toz parçacıklarının boyutları mikrometrikdir. Küçük boyut, partiküllerin açık dentin tübüllerine girmesini sağlar. Su ile karıştırılmış Portland siman, dentin yüzeylerine uygulanabilen ve yayılabilen plastik ve yumuşak bir macun oluşturur. Bu tür macunun dentin yüzeyine uygulanmasının, suya dayanıklı tıkaçlarla dentin tübüllerini tıkaması gerektiği düşünülmüştür (128, 129).

Bazı çalışmalar, Portland simandan türeyen bir kalsiyum silikat simanın DH tedavisinde etkili olabileceğini ve remineralizasyon yoluyla tübüllerin tıkanmasına yardımcı olabileceğini göstermiştir (50, 128).

Florür İyontoforezi

İyontoforez, elektrik akımı ile iyonik hareketi etkileme işlemidir ve sodyum florür ile bağlantılı olarak hassasiyet giderici bir prosedür olarak kullanılmıştır (130). Bu prosedürde elektrik akımı, iyonların dokulara difüzyonunu arttırmak için kullanılır (10). İyontoforez ile dentin tübüllerinde florür iyon konsantrasyonu arttırılmaktadır. Konsantrasyondaki bu artış, CaF_2 'nin çökmesini sağlar (131).

Florür iyontoforezinin DH'ni önlediği mekanizma, tam olarak bilinmemektedir. Ancak birkaç hipotez önerilmiştir. Lefkowitz ve ark. tarafından bildirilen bir mekanizma, dentine elektrik akımı uygulanmasının ardından onarıcı dentin oluşumunun başlamasını içerir. Bu onarıcı dentin, uyarıların etkilenen dentinden pulpaya geçişini engeller. Diğer

bir olası açıklama, elektrik akımının, ağrı iletiminin duyuşal mekanizmasını değiştirerek paresteziye sebep olmasıdır. Üçüncü açıklama ise, florür iyontoforezine bağlı olarak dentin tübüllerindeki florür iyonlarının konsantrasyonunun arttırılabılnesidir. Bu, hidrodinamik olarak ağrıya neden olan uyarınları bloke edebilecek CaF_2 'nin mikro çökelineşine neden olabilir (132–134).

%2'lik sodyum florür solüsyonu iyontoforez cihazı ile hassas dentin yüzeyine uygulanır. Diş yüzeyinde pozitif yük elde edilir ve negatif yüklü florür iyonu dentin tübülünde derine doğru hareket eder. Bu uygulama dört dakika süreyle yapılır. Hastaya yaklaşık 20 dakika bir şey yenilip içilmemesi söylenir. Hastanın şikâyetine göre seanslar iki, üç kez tekrarlanabilir (30). Florür iyontoforezi ile DH tedavisinde hızlı sonuç alınmaktadır (131, 134).

Fitokompleksler

İspanak ve ravent bitkisi gibi birçok sebzenin, çözünür veya çözünmez tuzlar ve oksalik asit içerdii bilinmektedir. Oksalik asit, sodyum, potasyum ve amonyum iyonları ile çözünür tuzlar ve kalsiyum ile çözünmez tuzlar oluşturur. Nötr ve alkali ortamlarda, kalsiyum ve oksalat birbirine bağlanabilir ve farklı şekilli kalsiyum oksalat kristalleri oluşturabilir (76).

İn vitro çalışmlar, ravent saplarından (Rhubarb rhapsnicum) ve ıspanak yapraklarından (Spinacia oleracia) türetilmiş fitkomplekslerin, dentin yüzeyinde ve tübüllerinin içinde aside dirençli kalsiyum oksalat kristallerinin oluşumunu sağladığını ve DH tedavisinde etkili olduğunu desteklemektedir (76, 135). Ayrıca bu fitkomplekslerin dentin demineralizasyonunu önlediğı ve periodontal tedaviler sonrasında oluşabilecek DH'yi önleyebileceğı belirtilmektedir (135).

2.6.1.4. Dentin Yüzeyini Örtten Ajanlar

Dentin Adeziv Sistemler ve Restoratif Materyaller

Dentin adeziv sistemlerin ve rezin içrikli restoratif materyallerin DH tedavisinde kullanılmalarındaki amaç; dentin tübüllerinin ağızlarının tamamen örtülerek, pulpaya dentin tübülleri yoluyla ulaşabilecek ve ağrı ortaya çıkarabilecek uyarınlarn iletilmelerini engellemektir (136, 137). Rezinler ve adeziv materyaller gibi profesyonel olarak uygulanan materyaller kullanılarak dentin üzerinde oluşturulan ince film tabakası, açık dentin tübüllerini kapatmak için yapay bir smear tabakası görevi görür (137).

Diş dokusunda herhangi bir kayıp olmadığı zaman DH tedavisinde dentin adeziv materyaller kullanılabilir. Geleneksel adezivler, smear tabakasını uzaklaştırarak ve dentin yüzeyini aşındırarak hibrit tabakayı oluştururlar, böylece derin rezin tagları oluşur (138). Bununla birlikte, yeni jenerasyon adeziv materyaller, smear tabakasının modifiye ederek hibrit tabaka oluştururlar (46). Geleneksel adeziv sistemlerde dentin yüzeyine asit uygulanması, intertübüler dentin matrisini çevreleyen kollajen fibrilleri açığa çıkararak adezivin demineralize matris içerisine sızmasına ve hibridizasyonun sağlanmasına imkan verse de bu işlem hassas olmayan dentin tübüllerini de ağız ortamına açabilmekte ve postoperatif hassasiyete neden olarak tedaviyi güçleştirebilmektedir (139, 140). Kendinden asitli dentin adeziv sistemlerin dentin yüzeyine asit uygulanmasını gerektirmemesi ve yüzeyde bulunan smear tabakasını modifiye ederek hibrit tabaka oluşturması sayesinde dentin hassasiyetinin önlenmesinde etkili olabilecekleri bildirilmiştir (120, 141). “Hibrit tabaka” olarak adlandırılan dentin-rezin tabakası, dentin tübüllerini tıkar ve bu yolla DH’yi önler (24). Dentin adeziv materyalleri anında etki gösterirler ancak kolayca dentin yüzeyinde uzaklaştırılabilirler (138).

Rezin içerikli hidroksimetil metakrilat (HEMA), benzalkonyum klorit ve gluteraldehit içeren, dentin tübüllerinin tıkayan ve hızlı ve uzun dönem etkinlik gösteren DHGA üretilmişlerdir. HEMA fiziksel olarak dentin tübülerini tıkarken, gluteraldehit dentin tübül plazma proteinlerinin koagülasyonuna sebep olmaktadır. Gluteraldehit öncelikle dentin tübül sıvısındaki serum albüminiyle reaksiyona girerek albüminin çökmesine neden olur. Sonra albüminle ikinci bir reaksiyona daha girerek HEMA’nın polimerizasyonunu sağlar. HEMA hidrofilik özelliği sayesinde, dentin tübülleri içerisinde derin rezin taglarının oluşturulmasına katkıda bulunur (22, 138).

Servikal restorasyonlar, DH’yi tedavi etmek için başka bir seçenektir. Resin kompozitler ve cam iyonomer simanlar açık dentin tübüllerinin girişlerini kapatır ve bir sızdırmazlık oluşturarak hassasiyeti engeller. Bununla birlikte, restoratif bir materyal sadece dişte doku kaybı olduğunda kullanılmalıdır (22, 142). DH tedavisi için cam iyonomerler ve rezin modifiye cam iyonomer/kompomerler başarıyla kullanılmıştır. Cam iyonomer materyali, servikal restorasyonlarda, dentin ve mine ile bağlanma ve aynı anda florür salma özelliğinden dolayı yaygın olarak kullanılır. Ayrıca hidrofiliktir ve iyi mekanik özelliklere ve adezyona sahiptir. Bu avantajları nedeniyle cam iyonomer, DH’nin giderilmesinde tercih edilen restoratif materyallerdendir (64, 69, 143). Dişte doku kaybı az

ise materyallerin yerleştirilmesinde dikkatli olunması gerekir. Materyallerin fazla konturlanması plak için tutucu bölge oluşturur ve dişeti iltihabına yol açabilir (38, 136). Ayrıca, DH şikayetleri olan hastalar diş fırçalama sırasında aşırı fırçalama kuvveti kullanıyor olabilir. Diş fırçalama alışkanlıkları düzeltilmedikçe, materyaller aşınabilir ve değiştirilmesi gerekebilir (38).

2.6.1.5. Periodontal Yumuşak Doku Greftleri

Lokalize diş eti çekilmeleri için yapılacak yumuşak doku greftlemelerinde dikkatli bir planlama yapılması ve tedavi edilecek anatomik defektin anlaşılması gerekir. Açık kök yüzeylerini örtmek için laterale kaydırma greftleri, serbest dişeti greftleri, bağ dokusu greftleri ve koronal olarak yeniden konumlandırılmış flepler de dahil olmak üzere uygulanabilen çok sayıda yumuşak doku greftleri vardır. Bu prosedürler, kök yüzeylerini örterek açıkta kalan dentin tübüllerini kapatabilir. (25, 144). İnvaziv bir işlem olması ve maliyeti açısından DH tedavisinde ilk seçenek değildir (45).

2.6.1.6. Homeopatik Tedaviler

Propolis

Propolis, Apis Mellifera arıları tarafından bitki tomurcuklarından veya eksüdalarından toplanan doğal bir rezindir. Propolisin bileşimi botanik kökenine göre değişir. Genellikle rezin, uçucu yağlar, arıların tükürük salgıları ile karıştırılmış balmumu, amino asitler, mineraller, etanol (alkol), A vitamini, B vitamin kompleksi, E vitamini, çinko, polen ve yüksek oranda aktif biyokimyasal karışım içeren biyoflavonoidler olarak bilinen maddeleri içerir. Biyoflavonoidler, antibakteriyel, antifungal, antiviral, antioksidan ve antienflamatuar özelliklere sahip bitki bileşikleridir (145, 146).

Propolisin antimikrobiyal, antitümör, anestezi, antienflamatuar, antiviral ve iyileştirici özelliklere sahip olduğu gösterilmiştir. Birçok çalışma, propolisin diş çürüklerini tedavi edebileceğini, oral dokuların iyileşmesini hızlandırabileceğini, yan etkileri olmadan pulpal iltihaplanmayı azaltabileceğini ve insanlarda kullanımında bir kontrendikasyonu olmadığını göstermiştir. Propolis, karyojenik Streptokokların diş yapısına tutunmak için ihtiyaç duyduğu suda çözünmeyen glukan oluşumunu önler; aynı zamanda mine yüzeyinin mikro sertliğini artırır (147–149).

Propolis'in son zamanlarda DH'yi azaltmada klinik olarak etkili olduğu kanıtlanmıştır (145, 147, 149, 150). Bu durum, yüksek flavonoid içeriği ile dentin içinde,

dentin yüzeyine yapışabilen ve dentin tübüllerini tıkayabilen kristaller oluşturmaya bağlanabilir. Diğer olası faktör, propolisin içeriğindeki doğal rezinlerin, kompozit rezin veya vernikler gibi dental adeziv materyallere benzer bir bağlanma mekanizması göstermesidir (145, 147). Bazı in vitro çalışmalar, propolisin dentin geçirgenliğinin azaltılması üzerinde klinik olarak anlamlı bir etkisi olduğunu göstermiştir (147).

2.6.1.7. Lazerler

LASER “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (Uyarılmış Radyasyon Emisyonu ile Işık Amplifikasyonu)”un kısaltmasıdır. Lazerin fiziksel prensibi, 1900’lerin başında Einstein’ın teorilerinden geliştirilmiştir ve ilk cihaz 1960 yılında Maiman tarafından tanıtılmıştır (151). O zamandan beri, lazerler tıpta ve özellikle cerrahi alanlarda kullanılmaktadır. Lazerler, ışığı doğal enerjiden çok daha düşük bir enerji düzeyinde hedefleyerek ışık enerjisini yoğunlaştırabilir ve güçlü bir etki yapabilir. Yayılan foton, serbest bırakıldığında elektronun enerjisinin durumuna bağlı olarak belirli bir dalga boyuna sahiptir. Bir lazerin sahip olduğu özellikler, bu dalga boyuna bağlıdır (152).

Lazer ışığı, normal ışıktan farklı bazı fiziksel özelliklere sahiptir. Bunlar (153, 154);

1. Lazer ışığı monokromatiktir. Işıklar tek renklidir, aynı frekans ve enerjiye sahiptir.

2. Dalga boylarının fazları yön ve zaman olarak özdeşdir. Fotonlar tek bir noktada odaklanabilir. Buna kohorent denir.

3. Lazer ışığı doğrusal ve birbiriyle paraleldir. Işın hüzmesi lazer ünitesinden salınırken gelişigüzel dağılmaz yani sabit bir büyüklüğü ve şekli vardır.

Lazer ışığı bir dokuya ulaştığında, çevredeki dokulara yansıyabilir, saçılabilir, emilebilir veya iletilebilir (155). Biyolojik dokuda, emilim esas olarak serbest su molekülleri, proteinler, pigmentler ve diğer makromoleküllerin varlığından kaynaklanır. Emilim katsayısı, gelen lazer ışınının dalga boyuna bağlıdır. Termal etkileşimlerde, su molekülleri tarafından emilim önemli bir rol oynar (152).

Ruby (yakut) lazer Maiman tarafından geliştirildikten sonra, diş hekimliğinde lazer uygulamaları ile ilgili araştırmalar yapılmaya başlanmıştır. Yakut lazerin, sert diş dokuları üzerinde demineralizasyonu azaltmak için kullanımı araştırılarak lazer çalışmaları yapılmıştır. Lazer uygulamasından sonra, minenin asit demineralizasyonunda ve dentin geçirgenliğinde azalma bulunmuştur. Yakut lazer ile yapılan ilk çalışmalardan sonra,

Argon (Ar), Karbondioksit (CO₂), Neodmium: Yttriyum, Aliminyum, Garnet (Nd:YAG) ve Erbium: Yttriyum, Aliminyum, Garnet (Er:YAG) lazerler gibi diğer lazerler de kullanılmaya başlanmıştır (156, 157).

DH tedavisi için ilk lazer kullanımı 1985 yılında Matsumoto ve ark. tarafından Nd:YAG lazer kullanımı ile başlamıştır. Lazer kullanımı DH tedavisinde yeni bir boyut açmıştır. Lazer uygulamasının dentin üzerindeki etkisi, dentin tübüllerinin eritilmesi ve yeniden kristalleştirilmesi ile dentin tübüllerinin tıkanması, dentin sıvısının buharlaştırılması, sinir iletiminin baskılanmasına bağlı analjezik etki veya tersiyer dentin üretimi ile dentin tübüllerinin tıkanmasını gibi farklı teorilerle açıklanmıştır (71, 158).

DH tedavisinde kullanılan lazerler iki gruba ayrılır (156, 157):

1. Düşük güçteki (düşük seviye) lazerler

- He-Ne (Helyum-Neon) Lazer
- GaAlAs (Galyum-Alüminyum-Arsenid) (Diyot) Lazer

2. Orta güçteki (orta seviye) lazerler

- CO₂ (Karbondioksit) Lazer
- Nd:YAG (Neodmium: Yttriyum, Aliminyum, Garnet) Lazer
- Er:YAG (Erbium: Yttriyum, Aliminyum, Garnet) Lazer
- Er, Cr:YSGG (Erbium, Chromium: Yttrium, Scandium, Gallium, Garnet) Lazer

Düşük Güçteki (Düşük Seviye) Lazerler

Düşük güçlü lazer tedavisi, biyomodülatör etkileri teşvik etmek, ağrıyı en aza indirmek ve enflamatuvar süreçleri azaltmak için uygun bir tedavi stratejisidir. Literatürde bildirilen tatmin edici sonuçlar nedeniyle kullanımı yaygın olarak kabul edilmiş ve onaylanmıştır (159).

He-Ne (Helyum-Neon) Lazer

He-Ne lazerin tedavi etkinlik oranları farklı çalışmalara göre % 5.2 ile % 100 arasında değişmektedir. Pulsatif ve devamlı atım olarak iki tip ışınlama modu vardır. Bu lazer tipi diş yüzeyine olabildiğince yakın fakat temas etmeyecek şekilde kullanılır (159). İlgili mekanizma çoğunlukla bilinmemektedir. Fizyolojik deneylere göre, He-Ne lazer ışınlaması periferik A-delta veya C liflerinin nosiseptörlerini etkilemez, ancak elektrik

aktivitesini (aksiyon potansiyelini) değiştirir (156, 157). He-Ne lazer ışını mine ve dentin yüzeyini morfolojik olarak etkilemez, fakat enerjisinin bir kısmı pulpaya ulaşır. Düşük enerjili lazerler hücrelerde hasara ya da deri yanığına sebep olmazlar (157).

GaAlAs (Galyum-Alüminyum-Arsenid) (Diyot) Lazer

Bu lazer, DH tedavisinde ilk defa Matsumoto ve ark. tarafından kullanılmıştır (160). DH tedavisi için 30 ila 100 mW'lık bir güç çıkışı ve üç dalga boyunda (780, 830 ve 900 nm) kullanılmıştır (156, 157). Bu tip düşük güçteki lazerlerin, depresif sinir iletimiyle ilişkili analjezik bir etkiye sahip olduğu varsayılmaktadır. Yapılan fizyolojik deneylere göre, bu etki C lifi afferentlerinin depolarizasyonunun bloke edilmesinden kaynaklanır (156, 161, 162). Diyet lazerin etkinliği dalga boylarına göre değişir. 780 nm dalga boyunda kullanılan diyet lazerin etkinliğinin % 85-100 arasında, 830 nm dalga boyunda kullanıldığında %30-100 arasında ve 900 nm dalga boyunda ise %73.3-100 arasında olduğu bildirilmiştir (157).

Orta Güçteki (Orta Seviye) Lazerler

CO₂ (Karbon dioksit) Lazer

Bu lazer, ilk defa Moritz ve ark. tarafından DH tedavisi için kullanılmıştır (163). DH üzerindeki CO₂ lazer etkileri, dentin tübüllerinin tıkanması veya daralmasına bağlıdır. Sinir aneljezisi oluşturduğa dair herhangi bir kanıt bulunmamaktadır (157). CO₂ lazerin orta enerji yoğunluklarında kullanılmasıyla, dentin tübüllerinin tıkanmasının yanı sıra dentin geçirgenliğinin azaltılması da sağlanır (164). CO₂ lazer uygulaması ayrıca dentin sıvısında kurumaya neden olarak DH'nin klinik olarak geçici rahatlatılmasına neden olabilir (165). Dentin tübüllerinde, 0.1 sn, 0.3 W'da CO₂ lazer uygulaması ile elde edilen tıkama derinliğinin iki ila sekiz µm arasında olduğu ölçülmüştür. Tedavi etkinliği % 59.8 ila % 100 arasında değişmektedir (156, 157).

Nd:YAG (Neodmium: Yttriyum Aliminyum Garnet) Lazer

Nd:YAG lazerin DH tedavisi için ilk kullanımı Matsumoto ve ark. tarafından rapor edilmiştir (166). 1064 nm dalga boyuna sahiptir ve tedavi etkinliği % 5.2 ila % 100 arasında değişmektedir (156, 157). Nd:YAG lazerin DH üzerindeki etki mekanizmasının, dentin tübüllerinin tıkanması veya daraltılması ve/veya doğrudan sinir analjezisi yoluyla gerçekleştiği düşünülmektedir (156, 167, 168). Nd:YAG lazerin analjezik etkisini nasıl ürettiği konusunda çeşitli teoriler ortaya atılmıştır. Lazer enerjisinin sodyum pompası

mekanizmasına müdahale ettiği, hücre zarı geçirgenliğini değiştirdiği ve/veya duyuşal aksonların uçlarını geçici olarak değiştirdiği varsayılmıştır. Lazer enerjisi, dentin yoluyla iletilip mikrodolaşım üzerinde termal etkilere sebep olur ve sinir sistemi yoluyla pulpal analjezi üretebilir (156, 167), dentin uyarılmasında intradental sinir yanıtlarını baskılayabilir (169). Nd:YAG lazer uygulamasının, sadece yavaş iletilen C liflerinin değil, aynı zamanda hızlı iletilen A-beta liflerinin de bloke edilmesine sebep olduğu bildirilmiştir (156, 170). Nd:YAG lazer, 1.5 W'dan daha düşük güçlerde dentinde erimeye, daha yüksek güçlerde ise kökte çatlaklara ve pulpada hasarlara sebep olabilmektedir (153).

DH tedavisinde Nd:YAG ve CO₂ lazerlerin kullanımı termal yan etkileri nedeniyle sınırlıdır (171–173). CO₂ ve Nd:YAG lazerler karbonizasyon oluşturup dokuda erimelere sebep olduğundan protein denaturasyonu sonucu toksik madde oluşabilir ve dokularda termal olarak yapısal bozukluklar ve pulpada hasar meydana gelebilir. Bu yüzden araştırmacılar dentin hassasiyeti tedavisinde farklı lazer tiplerine yönelmişlerdir (174).

Er:YAG (Erbium: Yttrium, Aliminyum, Garnet) Lazer

Er:YAG lazer, dalga boyu 2.94 µm olan bir lazerdir. Bu dalga boyu, su tarafından en kolay emilen ışığın tepe dalga boyuyla aynıdır. Bu nedenle Er:YAG lazer ışını, su ile iyi emilir. Yeterli su içeriğine sahip canlı dokularda kullanıldığında, bu lazer, komşu bölgedeki dokuyu büyük ölçüde etkilemeden, en yüzeysel doku tabakasında suyun hızlı bir şekilde buharlaşmasına neden olur (175).

Bu lazerin DH tedavisi için ilk kullanımı Schwarz ve ark. tarafından rapor edilmiştir. Er:YAG lazer emisyon dalga boyunun sudaki yüksek Emilimi, dentin sıvısının ve smear tabakasının buharlaşmasına neden olur. Bu da dentin tübüllerinde çözünmeyen tuzların birikmesine ve dentin tübüllerinin tıkanmasına sebep olabilir (171). Er: YAG lazerin aynı zamanda yüksek bakterisit potansiyeline sahip olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır (176). Bakterilerin dentin hassasiyetinde rol oynayabildiği ve sinir liflerinin ağrı eşiğinin, inflamasyon araçlarının varlığında azalmış olduğu gösterilmiştir (177).

Er, Cr:YSGG (Erbium, Chromium: Yttrium, Scandium, Gallium, Garnet) Lazer

Er, Cr:YSGG lazer, sudaki yüksek Emilimi ve hidroksiapatit yapısında bulunan hidroksil radikalleri tarafından güçlü Emilimi nedeniyle mine ve dentini kesebilen bir lazer türüdür (158, 178). Er, Cr:YSGG lazer ablasyon için sadece dokudaki mevcut suyu değil, aynı zamanda ekzojenik suyu da kullanır. Ekzojen suyun, dentin ablasyonunda endojen

sudan daha büyük bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (179, 180). Bu yüzden lazerin susuz kullanılması önerilir. Er,Cr:YSGG lazer emisyon dalga boyunun (2.78 µm) suda yüksek emilimi, dentin sıvısının buharlaştırılmasıyla dentin tübüllerinde çözünmeyen tuzların birikmesine neden olur. Bu nedenle, bu birikimin dentin tübüllerinin tıkanmasından ve DH'nin azaltılmasından sorumlu olduğu söylenebilir (158, 173). Er, Cr:YSGG lazerin diş yüzeyine uygulanması, sıcaklıkta bir artışa neden olur ve dişin kimyasal yapısını değiştirerek yüzeyi daha az çözünür hale getirir (181). Er, Cr:YSGG lazerin DH üzerindeki bir diğer olası mekanizması, ısı ile uyarıldığı bilinen nöral reseptör TRPV1 üzerindeki etkisidir. Er,Cr:YSGG lazer tedavisi, TRPV1 inhibisyonu yoluyla dental analjeziye neden olabilir. DH tedavisinde, Er, Cr:YSGG lazerin yüksek bakterisit potansiyeli de önemlidir. Çünkü bakteriler, artan inflamatuvar aracı sentezinin bir sonucu olarak hassas dişlerdeki ağrı eşiklerini düşürme yeteneğine sahiptir (158). Er, Cr:YSGG lazerin, su spreyi olmadan 0.25 W'da ışınlanmasının, dentin yüzeylerindeki karbonizasyon veya erime belirtileri olmadan mikroorganizmaları azalttığı bildirilmiştir (182).

DH tedavisinde lazerler, DHGA ile kombine olarak da kullanılmaya başlanmıştır. Literatürde DHGA ve lazerlerin kombine kullanımının, DH tedavisinde etkinliğini gösteren çalışmalar mevcuttur (82, 181). Fakat lazer uygulamalarının dentin yüzeylerinde çatlaklar ve düzensizliklere neden olabileceği bildirilmiştir (82). Bununla birlikte erozyon, abrazyon gibi faktörler de dentin yüzeylerini dış uyaranlara karşı hassas hale getireceğinden, bu yüzeylerde lazerin ve diğer hassasiyet giderici uygulamaların etkisi artış gösterebilir. Bu nedenle bu tez çalışmasında, ilk olarak farklı içeriklere sahip DHGA (Teethmate Desensitizer, Gluma Desensitizer, Clinpro White Varnish, Enamelast) ve Er, Cr:YSGG lazerin hem tek başlarına hem de kombine olarak (Teethmate Desensitizer-Er, Cr:YSGG lazer, Gluma Desensitizer-Er, Cr:YSGG lazer, Clinpro White Varnish-Er, Cr:YSGG lazer, Enamelast-Er, Cr:YSGG lazer) uygulamalarının dentin yüzey pürüzlülüğüne etkisinin ve tübül tıkaç etkinliğinin incelenmesi planlanmıştır. İkinci olarak bu ajanların erozyon/abrazyon döngüsü sonrası dentin yüzey pürüzlülüğüne etkisi ve tübül tıkaç etkinliği karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması, Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklendi (Proje no:8303). Etik onayı 24237859-211 no ile KTÜ Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı'ndan alındı.

Çalışma için 140 adet çürüksüz daimi üçüncü molar diş kullanıldı. Çekimden önce hastalar dişlerinin araştırma amacıyla kullanılacağı konusunda bilgilendirildi ve hastalara onam formu okutulup imza alındı.

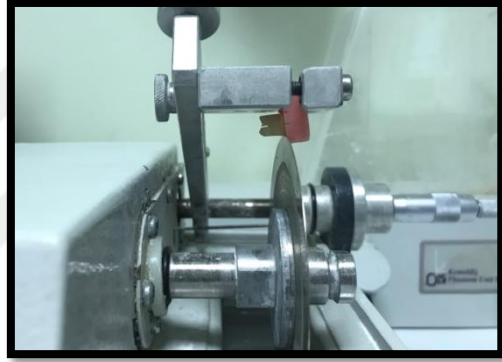
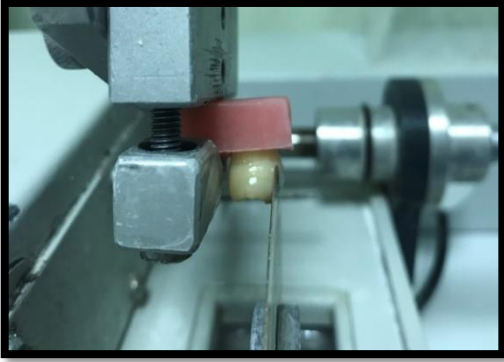
Bu in vitro çalışmada, DHGA [Teethmate Desensitizer (Kuraray), Gluma Desensitizer (Kulzer), Clinpro White Varnish (3M ESPE), Enamelast (Ultradent)] çekilmiş dişlerden hazırlanan dentin örneklerine hem tek başlarına hem de lazer ile kombine olarak uygulandı. Lazer uygulaması için Er, Cr:YSGG lazer (Biolase, Waterlase) kullanıldı. Daha sonra bu örneklerle beş günlük erozyon/abrazyon döngüsü uygulanarak DHGA'nın ve lazerin, tübül tıkaç etkinlikleri ve yüzey pürüzlülüğüne etkisi değerlendirildi.

3.1. Dentin Örneklerinin Hazırlanması

Çalışmada ortodontik ya da oral sebeplerle çekilmiş çürüksüz üçüncü büyük azı dişleri kullanıldı. Dişlerin seçiminde çatlak ve çekim travması olmamasına dikkat edildi. Çekimi takiben dişler üzerindeki yumuşak doku artıkları ve kemik parçacıkları periodontal bir küret yardımıyla uzaklaştırıldı. Dişler, deneylerin öncesinde %0.1'lik timol solüsyonunda bekletildi. Dişlerin bukkal yüzeyleri, düşük hızda çalışan hassas kesme cihazı (Micra Cut 125, düşük hızlı hassas kesme cihazı, Metkon, Bursa) ve 0.3 mm kalınlığında elmas separe (Diamond cut-off wheel B 102, ATM GMBH, Almanya) yardımı ile su soğutması altında dikey olarak meziodistal yönde kesildi. Mine dokusunu kaldırılıp, yüzeyel dentin dokusunu açığa çıkartıldı. Daha sonra dişler, mine-sement sınırının apikalinden, yatay olarak kesilerek dentin örnekleri elde edildi (Resim 1,2,3,4).



Resim 1. Düşük hızlı hassas kesme cihazı



Resim 2 ve 3. Dentin örneği hazırlamak için yapılan kesimler



Resim 4. Dentin örneği

Dentin örnekleri, 30 mm çapında ve 12 mm yüksekliğinde silikon kalıplar içine, kalıpların ortasına gelecek şekilde yerleştirildi ve üzerlerine pembe otopolimerizan akrilik rezin (Imicryl, SC, Konya, Türkiye) dökülerek deneylerde kullanılacak örnekler elde edildi (Resim 5 ve 6).

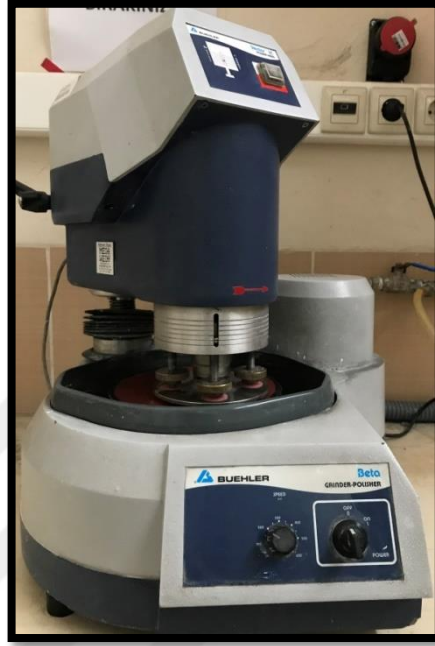


Resim 5. Otopolimerizan akrilik rezine gömülen dentin örneği



Resim 6. 140 adet dentin örneği

Hazırlanan dentin örnekleri standart smear tabakası oluşturmak ve pürüzsüz bir yüzey elde etmek için 200 RPM dönme hızına sahip zımparalama cihazında (Beta Grinder Polisher, Buehler) 600, 800, 1200, 1500 ve 2000 grenli silikon karbit (SiC) aşındırıcı kağıtlar kullanılarak zımparalama işlemi gerçekleştirildi (Resim 7).



Resim 7. Zımparalama cihazı

Dentin örnekleri, açık dentin tübüllerini taklit etmek ve smear tabakasını uzaklaştırmak için beş dakika boyunca %17'lik EDTA çözeltisinde bekletildi. Örnekler üzerlerinde kalan kalıntıların giderilmesi için önce akan su altında yıkandı ve sonra beş dakika distile su içinde ultrasonik temizleyici ile sonikasyona tabi tutuldu.

3.2. Dentin Hassasiyet Giderici Ajanların Uygulanması

Hazırlanan örnekler, n=12 olacak şekilde rastgele gruplandırıldı. Çalışma için oluşturulan deney grupları ve kullanılan DHGA (Resim 8), Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Deney grupları ve kullanılan hassasiyet giderici ajanlar

Gruplar	Örnek Sayısı	İşlem
Grup Kontrol	12	Kontrol Grubu (% 17’lik EDTA çözeltisi)
Grup TMD	12	Teethmate Desensitizer
Grup GD	12	Gluma Desensitizer
Grup EN	12	Enamelast
Grup CWV	12	Clinpro White Varnish
Grup L	12	Er,Cr:YSGG lazer
Grup TMD-L	12	Teethmate Desensitizer- Er,Cr:YSGG lazer
Grup GD-L	12	Gluma Desensitizer- Er Cr:YSGG lazer
Grup EN-L	12	Enamelast - Er,Cr:YSGG lazer
Grup CWV-L	12	Clinpro White Varnish - Er,Cr:YSGG lazer



Resim 8. Çalışmada kullanılan DH giderici ajanlar

Grup TMD, GD, EN ve CWV'ye DHGA üretici talimatlarına göre uygulandı. Grup L'ye Er, Cr:YSGG lazer uygulaması yapıldı. Grup TMD-L, GD-L, EN-L ve CWV-L'ye üretici talimatlarına göre DHGA uygulandıktan sonra Er, Cr: YSGG lazer uygulaması yapıldı. Üretici talimatları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. DHGA'nın üretici talimatları

Materyaller	Üretici Firma	İçeriği	Uygulama
Teethmate Desensitizer	Kuraray Noritake Dental Inc., Tokyo, Japonya	Toz: tetrakalsiyum fosfat (TTCP), dikalsiyum fosfat anhidroz (DCPA) Likit: su	Toz ve likit 15 sn karıştırılır, kuru dentin yüzeyine 30 sn uygulanır. Diş yüzeyinde kalan karışım su spreyi ile uzaklaştırılır.
Gluma Desensitizer	Heraeus Kulzer, Almanya	2-hidroksietil metakrilat (HEMA), gluteraldehit, saf su	Yüzeye fırça ile uygulanır ve sonra 30-60 saniye beklenir. Yüzeyden akıcı film kaybolana ve yüzey parlaklığı yok olana kadar basınçlı hava uygulanarak dikkatlice kurutulur. Daha sonra suyla iyice durulanır.
Clinpro White Varnish	3M ESPE, USA	Sodyum florid (%5), trikalsiyum fosfat (TCP), xylitol	Tedavi edilecek alan üzerine ince bir tabaka halinde uygulanır.
Enamelast	Ultradent, USA	Sodyum florid (%5), xylitol	Tedavi edilecek alan hafifçe kurutulur, boyama hareketiyle mümkün olan en ince tabaka halinde ajan dişe uygulanır. Daha sonra su ile yavaşça durulanır.

Er, Cr:YSGG lazer (Waterlase, Biolase , San Clemente, USA) uygulaması için, 600 µm çapında 6 mm MZ6 tip uç kullanıldı. 2780 nm dalga boyunda, %0 su, %10 hava, 20 Hz, 0.25 Watt ve nonkontakt modda çalışıldı. 1 mm ışınlama mesafesinden dentine dik gelecek şekilde dikey ve yatay yönde toplamda 20 sn ışınlama yapıldı (Resim 9 ve 10).



Resim 9 ve 10. Er, Cr:YSGG lazer (Waterlase, Biolase , San Clemente, USA) ve kullanılan parametreler

3.3. Erozyon/Abrazyon Döngüsü

Tüm gruplar için Scaramucci ve ark. tarafından önerilen modifiye beş günlük erozyon/abrazyon döngüsü modeli kullanıldı (183). Ağız içindeki erozyonu taklit etmek için % 0,3'lük sitrik asit çözeltisi ($\text{pH} \approx 2.45$) kullanıldı. Örnekler, günde dört kez ikişer dakika, karıştırılmadan ve oda sıcaklığında sitrik asit çözeltisinde bekletildi. Her sitrik asit aşamasından sonra, 60 dakika yapay tükürükte bekletildi (1.649 mmol / L $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 5.715 mmol / L $\text{KH}_2\text{P}_4\text{O}_4$, 8.627 mmol / L KCl , 2.950 mmol / L NaCl / 1.92 mmol / L Tris tamponu, pH, KOH ile 7'ye ayarlandı). Her erozyon aşamasından sonra, örnekler distile su ile durulandı ve kurutuldu. Döngü prosedürleri Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Erozyon/abrazyon döngüsü

Adımlar	Prosedürler	Uygulama
1	Erozyon	Sitrik asit (2 dakika)
	Remineralizasyon	Yapay tükürük (30 dakika)
	Fırçalama	15 saniye aktif fırçalama (2 dakika diş macunu yapay tükürük karışımında bekletme)
	Remineralizasyon	Yapay tükürük (30 dakika)
2	Erozyon	Sitrik asit (2 dakika)
	Remineralizasyon	Yapay tükürük (60 dakika)
3	2. adım tekrarlanır	
4	1. adım tekrarlanır	
5	Gece boyunca 4 °C’ de nemli ortamda bekletilir	

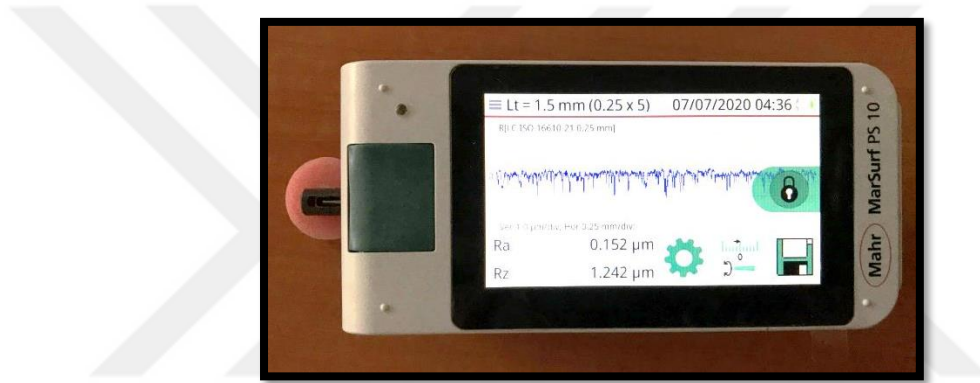
Dişlerin fırçalanması için basınç 2 N olacak şekilde bir fırçalama düzeneği oluşturuldu (Resim 11 ve 12). Fırçalama, elektrikli fırça (Oral-B Professional, Braun, Frankfurt, Almanya) kullanılarak ilk ve son remineralizasyon dönemlerinin ortasında 15 saniye boyunca günde iki kez gerçekleştirildi. Bütün gruplar için diş fırçalama, Colgate Maksimum Anti-Çürük diş macunu ve yapay tükürükten (ağırlıkça 1:3 oranında) yapılmış bir bulamaçla yapıldı. Fırça başlığı olarak Oral-B Sensitive (Oral-B Professional, Almanya) kullanıldı. Örneklerin her fırçalama bölümünde diş macunu karışımlarına toplam maruz kalma süresi iki dakika idi. Diş fırçalama sonrası örnekler, gece boyunca 4°C’de nemli ortamda saklandı.



Resim 11 ve 12. Diş fırçalama için hazırlanılan düzeneğin

3.4. Profilometrik Analiz

Yüzey pürüzlülük ölçümleri için kontakt profilometre cihazı (Mahr, Marsurf PS10, Almanya) kullanıldı (Resim 13). Örnekler, EDTA'da bekletildikten sonra örnek standardizasyonu için profilometrik analizler yapıldı. Pürüzlülük değerleri $0.3\ \mu\text{m}$ 'den yüksek olan dentin örnekleri çalışmada kullanılmadı. Diğer analizler, DHGA ve lazer uygulamasından sonra ve erozyon/abrazyon döngüsünün sonunda gerçekleştirildi. Örnekler, her bir profilometrik analizden önce 10 dakika kurumaya bırakıldı. Cihaz sensörü, 1.5 mm'lik bir alanı taramaktadır. Dentin örneklerinde üç farklı alandan ölçüm yapıldı ve bunların ortalaması alındı. Sonuç mikrometre (μm) cinsinden ifade edildi.



Resim 13. Profilometrik Analiz Cihazı

3.5. Taramalı Elektron Mikroskopu İncelemesi

Taramalı elektron mikroskopunda (SEM) incelenmek üzere her gruptan birer örnek ve her gruptan erozyon/abrazyon döngüsüne tabi tutulmuş birer örnek olmak üzere 20 örnek hazırlandı. Dentin örnekleri ince bir altın film tabakasıyla kaplandı (Resim 14). SEM incelemeleri (Zeiss EVO LS 10, İngiltere) 5 kV'de, X2000-X7500 arasındaki büyütme oranlarında yapıldı (Resim 15). Hazırlanan dentin örnekleri dişlerin bukkal yüzeyindeki mine dokusu kaldırılarak elde edildiğinden, DHGA ve lazerin dişlerin bukkal yüzeylerinde bulunan dentin tübüllerindeki etkinliği incelendi. Daha sonra incelenen dentin örnekleri vertikal olarak kırılarak ajanların dentin tübüllerinin arayüz morfolojisine olan etkisi incelendi.



Resim 14. Örneklerin altın film tabakası ile kaplanması



Resim 15. Taramalı elektron mikroskobu

3.6. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analiz için SPSS for Windows 17.0 (Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc, Chicago, ABD) kullanıldı. Tanımlayıcı istatistikler ortalama ve standart sapma olarak verildi. Normal dağılım koşullarının sağlanıp sağlanmadığının tespiti için Shapiro Wilk testi uygulandı. Normal dağılım koşullarının sağlanmasının ardından tekrarlayan örnekler için iki yönlü ANOVA (Grup x Zaman) testi uygulandı. Her bir zaman dilimi içerisinde gruplar arasındaki farkların analizi için tek yönlü ANOVA testi ve Tukey's post hoc test kullanıldı. Ayrıca her bir grup içerisinde zamana bağlı değişiklikler analiz edilirken eşleştirilmiş örneklem için t testi kullanıldı. $p < 0.05$ düzeyindeki farklar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. Profilometrik Analiz Sonuçları

Yapılan profilometrik analiz ölçümleri sonucunda elde edilen ortalama yüzey pürüzlülüğü ve standart sapma değerleri Tablo 5’de gösterilmiştir. Bu çalışmada başlangıç yüzey pürüzlülük değerleri T0, DH giderici ajanlar, lazer ve kombine uygulamalardan sonra ölçülen değerler T1 ve erozyon/abrazyon döngüsü sonrası ölçülen değerler T2 olarak belirtilmiştir.

Tablo 5. Ortalama yüzey pürüzlülük değerleri

Gruplar	Başlangıç (T0)	Uygulama sonrası (T1)	Erozyon/abrazyon Sonrası (T2)
Kontrol Grubu -K	0.174 (0.032)	0.174 (0.032)	0.360 (0.021)
Teethmate Desensitizer -TMD	0.148 (0.031)	0.154 (0.035)	0.290 (0.031)
Gluma Desenzitizer -GD	0.147 (0.032)	0.152 (0.030)	0.309 (0.028)
Enamelast -EN	0.141 (0.038)	0.146 (0.036)	0.300 (0.026)
Clinpro White Varnish -CWV	0.145 (0.028)	0.148 (0.038)	0.315 (0.033)
Er,Cr:YSGG Lazer -L	0.179 (0.022)	0.197 (0.033)	0.705 (0.068)
Teethmate Desensitizer -Er,Cr:YSGG Lazer -TMD-L	0.180 (0.038)	0.209 (0.042)	0.604 (0.078)
Gluma Desenzitizer- Er,Cr:YSGG Lazer -GD-L	0.176 (0.027)	0.201 (0.028)	0.681 (0.076)
Enamelast- Er,Cr:YSGG Lazer -EN-L	0.158 (0.031)	0.221 (0.051)	0.541 (0.078)
Clinpro White Varnish- Er,Cr:YSGG Lazer -CWV-L	0.176 (0.031)	0.201 (0.035)	0.417 (0.045)

Etkileşim tabloları Tablo 6 ve 7’de verilmiştir. Etkileşim tablolarına göre gruplar arasında ve grupların zamana göre değişiminde istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır ($p<0,001$).

Tablo 6. İki yönlü Anova gruplar arası etkileşim tablosu

Kaynak	Karelerin Toplamı	df	Ortalamanın Karesi	F	Sig.
Sabit değişken	25.263	1	25.263	9209.027	$p<0.001$
GRUP	1.470	9	0.163	59.553	$p<0.001$
Hata	0.302	110	0.003		

Tablo 7. İki yönlü Anova grup içi etkileşim tablosu

Kaynak	Karelerin Toplamı	df	Ortalamanın Karesi	F	Sig.
Zaman	6.325	1.344	4.706	2572.677	$p<0.001$
Zaman * GRUP	1.590	12.096	0.131	71.850	$p<0.001$
Hata(zaman)	0.270	147.835	0.002		

1- DHGA ve lazer uygulaması sonrası ve erozyon/abrazyon döngüsü sonrası yapılan grup içi karşılaştırmalar;

Grup içi istatistiksel değerlendirmeler Tablo 8’de verilmiştir. DHGA uygulanan dentin örneklerinin (Grup TMD, GD, EN, CWV), başlangıç (T0) ve uygulama sonrası (T1) yüzey pürüzlülükleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($p>0,05$). Er,Cr:YSGG lazer kullanılan gruplarda (Grup L, TMD-L, GD-L, EN-L, CWV-L), başlangıç (T0) ve uygulama sonrası (T1) yüzey pürüzlülükleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ($p<0,05$). Uygulama sonrası (T1) ve erozyon/abrazyon sonrası (T2) yapılan karşılaştırmalarda, yüzey pürüzlülüklerinde tüm gruplarda istatistiksel olarak anlamlı artış görüldü ($p<0,001$).

Tablo 8. Grup içi istatistiksel değerlendirmeler

Gruplar	Başlangıç (T0)	Uygulama sonrası (T1)	Erozyon/abrazyon Sonrası (T2)	Grup içi değerlendirmeler
Kontrol Grubu	0.174 (0.032)	0.174 (0.032)	0.360 (0.021)	T1/T2 p< 0.001
Teethmate Desensitizer	0.148 (0.031)	0.154 (0.035)	0.290 (0.031)	T0/T1 p= 0.482 p> 0.05 T1/T2 p< 0.001
Gluma Desensitizer	0.147 (0.032)	0.152 (0.030)	0.309 (0.028)	T0/T1 p= 0.347 p> 0.05 T1/T2 p< 0.001
Enamelast	0.141 (0.038)	0.146 (0.036)	0.300 (0.026)	T0/T1 p= 0.155 p> 0.05 T1/T2 p< 0.001
Clinpro White Varnish	0.145 (0.028)	0.148 (0.038)	0.315 (0.033)	T0/T1 p= 0.730 p> 0.05 T1/T2 p< 0.001
Er,Cr:YSGG Lazer	0.179 (0.022)	0.197 (0.033)	0.705 (0.068)	T0/T1 p= 0.013 p< 0.05 T1/T2 p< 0.001
Teethmate Desensitizer - Er,Cr:YSGG Lazer	0.180 (0.038)	0.209 (0.042)	0.604 (0.078)	T0/T1 p= 0.016 p< 0.05 T1/T2 p< 0.001
Gluma Desensitizer - Er,Cr:YSGG Lazer	0.176 (0.027)	0.201 (0.028)	0.681 (0.076)	T0/T1 p= 0.034 p< 0.05 T1/T2 p< 0.001
Enamelast - Er,Cr:YSGG Lazer	0.158 (0.031)	0.221 (0.051)	0.541 (0.078)	T0/T1 p< 0.001 T1/T2 p< 0.001
Clinpro White Varnish - Er,Cr:YSGG Lazer	0.176 (0.031)	0.201 (0.035)	0.417 (0.045)	T0/T1 p= 0.022 p< 0.05 T1/T2 p< 0.001

Kontrol grubu için, T0 ve T1 değerleri aynı olduğundan karşılaştırılma yapılmadı. T1 ve T2 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ($p<0.001$). Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası kontrol grubunda yüzey pürüzlülüğü arttı.

Teethmate Desensitizer (TMD), Gluma Desensitizer (GD), Enamelast (EN), Clinpro White Varnish (CWV) gruplarında, T0 ve T1 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$). T1 ve T2 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ($p<0.001$). Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası yüzey pürüzlülüğü arttı.

Er,Cr:YSGG lazer (L), TMD-L, GD-L, CWV-L ($p<0.05$) ve EN-L ($p<0.001$) gruplarında T0 ve T1 arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı. Lazer uygulanan tüm gruplarda yüzey pürüzlülükleri arttı. Bu gruplarda, T1 ve T2 değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.001$). Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası yüzey pürüzlülükleri arttı.

2- DHGA ve lazer ile kombine uygulamalar sonrası grupların kendi aralarında karşılaştırılması;

Gruplar arası istatistiksel karşılaştırma Tablo 9’da verilmiştir. Grupların başlangıç değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktu ($p>0,05$). Lazer ile kombine olarak DHGA uygulanan gruplar ve sadece DHGA’nın uygulandığı grupların istatistiksel olarak karşılaştırılması Tablo 10’da verilmiştir.

Kontrol grubu, uygulama sonrası diğer gruplarla karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$). Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası L, TMD-L, GD-L ve EN-L gruplarının yüzey pürüzlülüğü, kontrol grubuna göre anlamlı olarak artmıştır ($p<0.001$).

TMD grubu, uygulama sonrası diğer gruplarla karşılaştırıldığında tek başına DHGA ve lazer uygulanan gruplarla arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu ($p>0,05$). TMD-L grubu ile karşılaştırıldığında yüzey pürüzlülüğündeki artış istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası yapılan karşılaştırmalarda, kontrol grubu ve diğer DHGA’nın uygulandığı gruplar ile arasında anlamlı bir farklılık yoktu ($p>0,05$). L ve TMD-L grupları, TMD grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı artış gösterdi ($p<0.001$).

Tablo 9. Gruplar arası istatistiksel değerlendirmeler

	L		TMD - L		GD - L		EN - L		CWV - L	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
Kontrol		*** p<0.001		*** p<0.001		*** p<0.001		*** p<0.001		
TMD		*** p<0.001	* p=0.013 p<0.05	*** p<0.001						
GD		*** p<0.001			* p=0.044 p<0.05	*** p<0.001				
EN	* p=0.03 p<0.05	*** p<0.001					*** p<0.001	*** p<0.001		
CWV	* p=0.04 p<0.05	*** p<0.001							* p=0.02 p<0.05	*** p<0.001
L				*** p<0.001				*** p<0.001		*** p<0.001

T1, uygulama sonrasını; T2, erozyon/abrazyon döngüsü sonrasını göstermektedir.

*, p<0.05; *** p<0.001 anlamlılık değerlerini göstermektedir.

GD grubu, uygulama sonrası diğer gruplarla karşılaştırıldığında tek başına DHGA ve lazer uygulanan gruplarla arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu ($p>0,05$). GD-L grubu ile karşılaştırıldığında yüzey pürüzlülüğündeki artış istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0,05$). Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası yapılan karşılaştırmalarda, kontrol grubu ve diğer DHGA'nın uygulandığı gruplar ile aralarında anlamlı bir farklılık yoktu ($p>0,05$). L ve GD-L grupları, GD grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı artış gösterdi ($p<0,001$).

EN grubu, uygulama sonrası diğer gruplarla karşılaştırıldığında tek başına DHGA uygulanan gruplarla arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktu ($p>0,05$). EN grubu ile L grubu karşılaştırıldığında yüzey pürüzlülüğündeki artış istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0,05$) ve EN-L grubu ile karşılaştırıldığında da istatistiksel olarak anlamlı artış görüldü ($p<0,001$). Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası yapılan karşılaştırmalarda, kontrol grubu ve diğer DHGA'nın uygulandığı gruplar ile aralarında anlamlı bir farklılık yoktu ($p>0,05$). L ve EN-L grupları, EN grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı artış gösterdi ($p<0,001$).

CWV grubu uygulama sonrası diğer gruplarla karşılaştırıldığında, tek başına DHGA uygulanan gruplarla arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktu ($p>0,05$). L ve CWV-L grupları ile karşılaştırıldığında yüzey pürüzlülüğündeki artış istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0,05$). Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası yapılan karşılaştırmalarda, kontrol grubu ve diğer DHGA'nın uygulandığı gruplar ile aralarında anlamlı bir farklılık yoktu ($p>0,05$). L ve CWV-L grupları, CWV grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı artış gösterdi ($p<0,001$).

L grubu uygulama sonrası diğer gruplarla karşılaştırıldığında, EN ve CWV gruplarına göre yüzey pürüzlülüğünde istatistiksel olarak anlamlı artış vardı ($p<0,05$). Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası GD-L grubu hariç, diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı artış gösterdi ($p<0,001$).

Tablo 10. Lazer ile kombine edilen gruplar arasında karşılaştırma

	Uygulama sonrası (T1)	Erozyon/abrazyon sonrası (T2)	Gruplar arası değerlendirme
TMD	0.154 (0.035)	0.290 (0.031)	T1 p=0.013 p<0.05 T2 p<0.001
TMD-L	0.209 (0.042)	0.604 (0.078)	
GD	0.152 (0.030)	0.309 (0.028)	T1 p=0.044 p<0.05 T2 p<0.001
GD-L	0.201 (0.028)	0.681 (0.076)	
EN	0.146 (0.036)	0.300 (0.026)	T1 p<0.001 T2 p<0.001
EN-L	0.221 (0.051)	0.541(0.078)	
CWV	0.148 (0.038)	0.315 (0.033)	T1 p=0.020 p<0.05 T2 p<0.001
CWV-L	0.201 (0.035)	0.417 (0.045)	

TMD ve TMD-L gruplarının T1 ve T2 değerleri karşılaştırıldığında aralarındaki fark, istatistiksel olarak anlamlıydı (T1 p<0.05, T2 p<0.001). TMD-L grubunda TMD grubuna göre, yüzey pürüzlülüğü hem uygulama sonrası hem de erozyon/abrazyon döngüsü sonrası arttı.

GD ve GD-L gruplarının T1 ve T2 değerleri karşılaştırıldığında aralarındaki fark, istatistiksel olarak anlamlıydı (T1 p<0.05, T2 p<0.001). GD-L grubunda GD grubuna göre, yüzey pürüzlülüğü hem uygulama sonrası hem de erozyon/abrazyon döngüsü sonrası arttı.

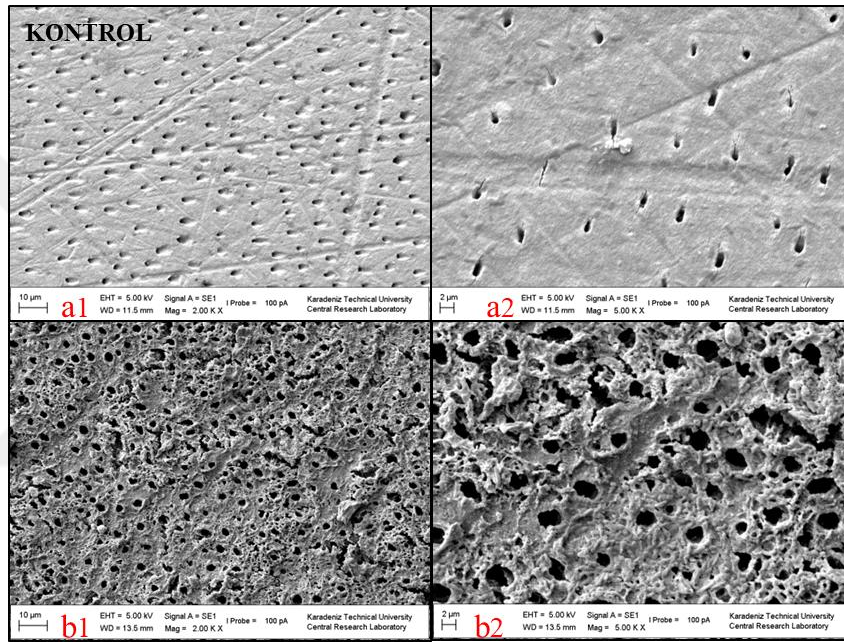
EN ve EN-L gruplarının T1 ve T2 değerleri karşılaştırıldığında aralarındaki fark, istatistiksel olarak anlamlıydı (p<0,001). EN-L grubunda EN grubuna göre, yüzey pürüzlülüğü hem uygulama sonrası hem de erozyon/abrazyon döngüsü sonrası arttı.

CWV ve CWV-L gruplarının T1 ve T2 değerleri karşılaştırıldığında aralarındaki fark, istatistiksel olarak anlamlıydı (T1 p<0.05, T2 p<0.001). CWV-L grubunda CWV grubuna göre, yüzey pürüzlülüğü hem uygulama sonrası hem de erozyon/abrazyon döngüsü sonrası arttı.

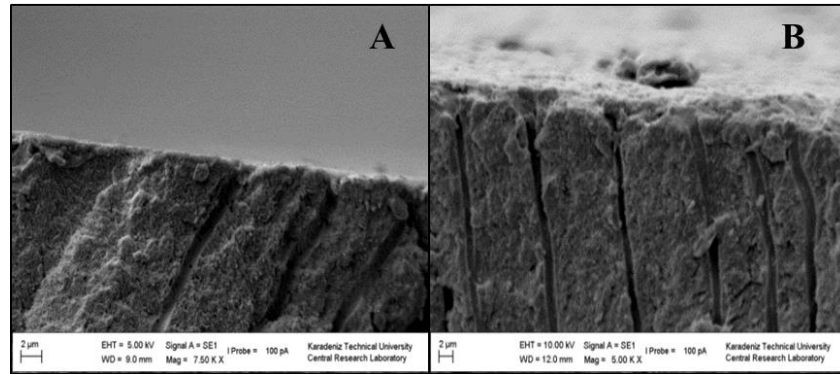
4.2. Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) Analizi Sonuçları

4.2.1. Kontrol Grubu

Kontrol grubu örneklerinin SEM görüntülerinde EDTA uygulamasından sonra smear tabakasının tamamen uzaklaştığı, farklı çaplardaki dentin tübüllerinin açığa çıktığı görüldü (Resim 16a1, a2). Erozyon/abrazyon döngüsü (E/A) sonrası dentin yüzeyinde düzensizlikler, erime, çatlaklar ve dentin tübül çaplarında artış meydana geldi (Resim 16b1, b2).



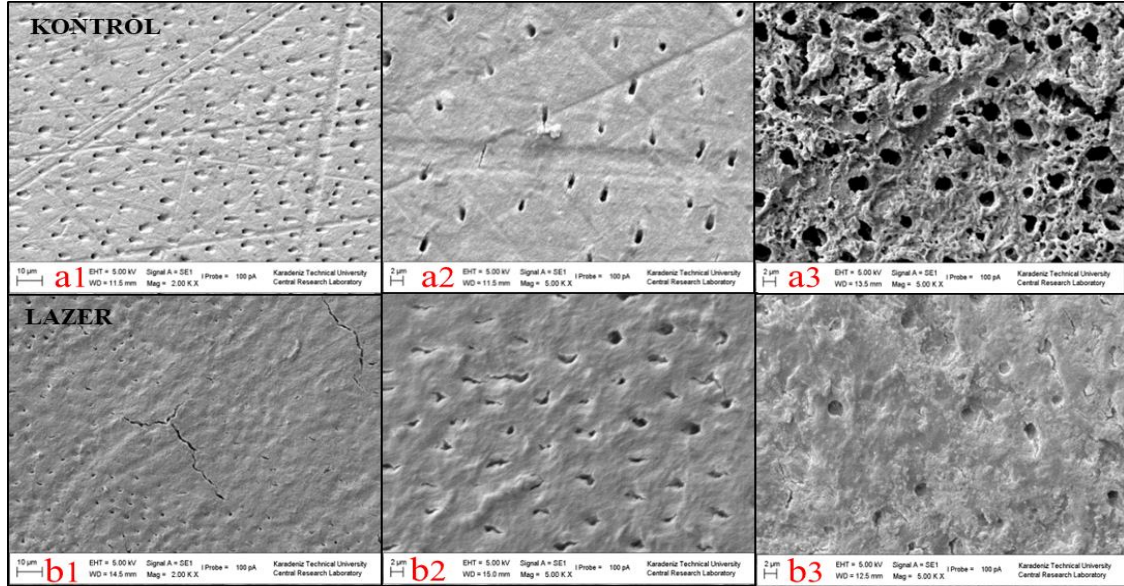
Resim 16. Kontrol grubu SEM görüntüleri (a1, a2: Başlangıç X2000, X5000 - b1, b2: E/A sonrası X2000, X5000)



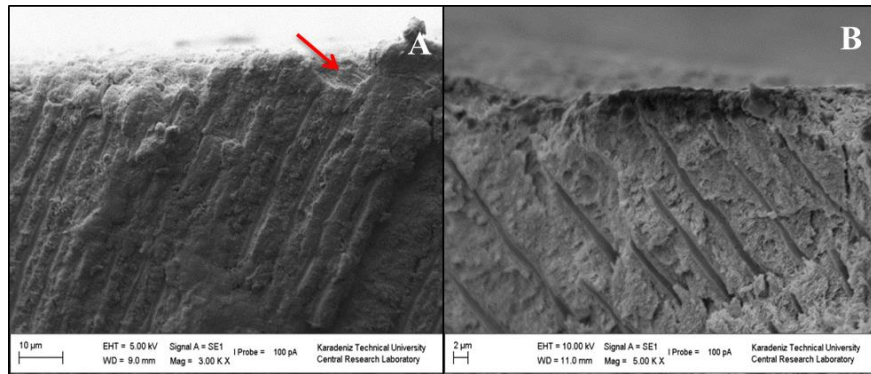
Resim 17. Kontrol grubu dentin tübüllerinin arayüz görüntüsü (A: Başlangıç - B: E/A sonrası)

4.2.2. Er, Cr:YSGG Lazer Grubu

Er, Cr:YSGG Lazer uygulanan gruptan alınan SEM görüntülerinde, genel olarak dentin tübüllerinin daralmış olduğu fakat açık dentin tübüllerinin de mevcut olduğu görülmektedir. Yüzeydeki çatlaklar dikkat çekicidir (Resim 18b1, b2). Arayüz görüntüleri incelendiğinde, dentin tübüllerinde tıkaçlar mevcuttur ve dentin yüzeyinde çöküntüler görülmektedir (Resim 19). Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası alınan SEM görüntülerinde, hala kapalı dentin tübülleri görülmektedir. Kontrol grubunun erozyon/abrazyon döngüsü sonrası görüntüleriyle karşılaştırıldığında yüzeydeki bozulmanın azaldığı görülmektedir (Resim 18a3, b3).



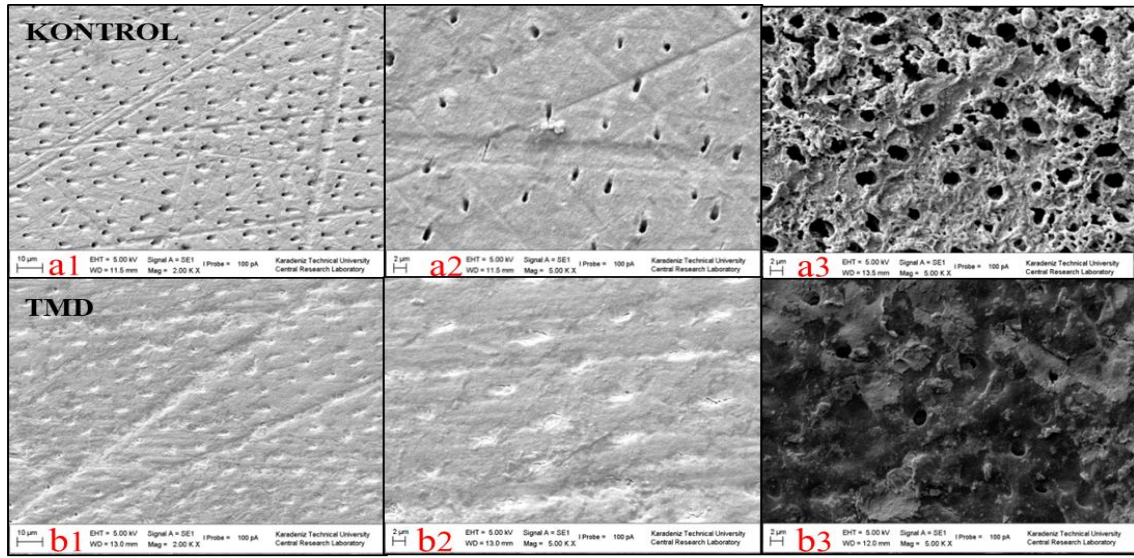
Resim 18. Kontrol grubu (a1, a2, a3) ve Lazer grubu (b1, b2, b3) SEM görüntüleri (b1: Uygulama sonrası 2000X - b2: Uygulama sonrası 5000X - a3, b3: E/A sonrası 5000X)



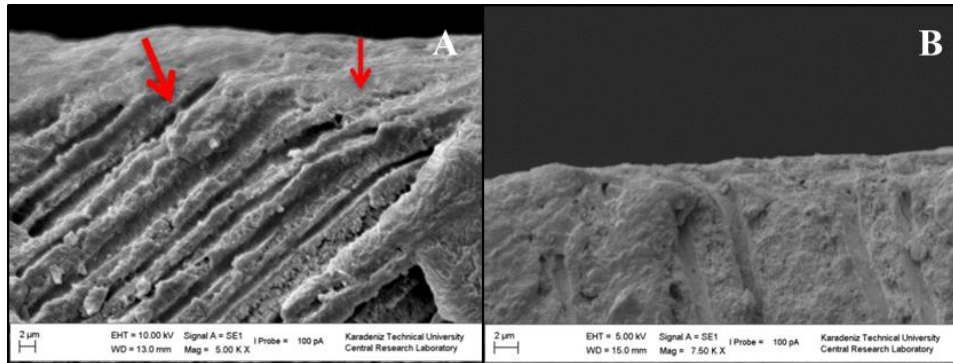
Resim 19. Er, Cr:YSGG lazer grubu dentin tübüllerinin arayüz görüntüsü (A: Uygulama sonrası - B: E/A sonrası)

4.2.3. Teethmate Desensitizer Grubu

TMD uygulamanan gruptan alınan SEM görüntülerinde, dentil tübüllerinin kapandığı görülmektedir (Resim 20b1, b2). Arayüz görüntüleri incelendiğinde, dentin yüzeyini örten bir katman gözlenmiştir. Bu katmanın bazı dentin tübüllerinde tıkaç oluşturduğu bazılarında ise tübül içlerine doğru ilerlediği belirlenmiştir (Resim 21). Erozyon/ abrazyon döngüsü sonrası alınan SEM görüntülerinde, yüzeyde düzensizliklerin meydana geldiği fakat hala kapalı dentin tübüllerinin çoğunlukta olduğu görülmektedir. Yüzeyde meydana gelen düzensizliklerin, kontrol grubu görüntüleriyle karşılaştırıldığında azaldığı görülmektedir (Resim 20a3, b3).



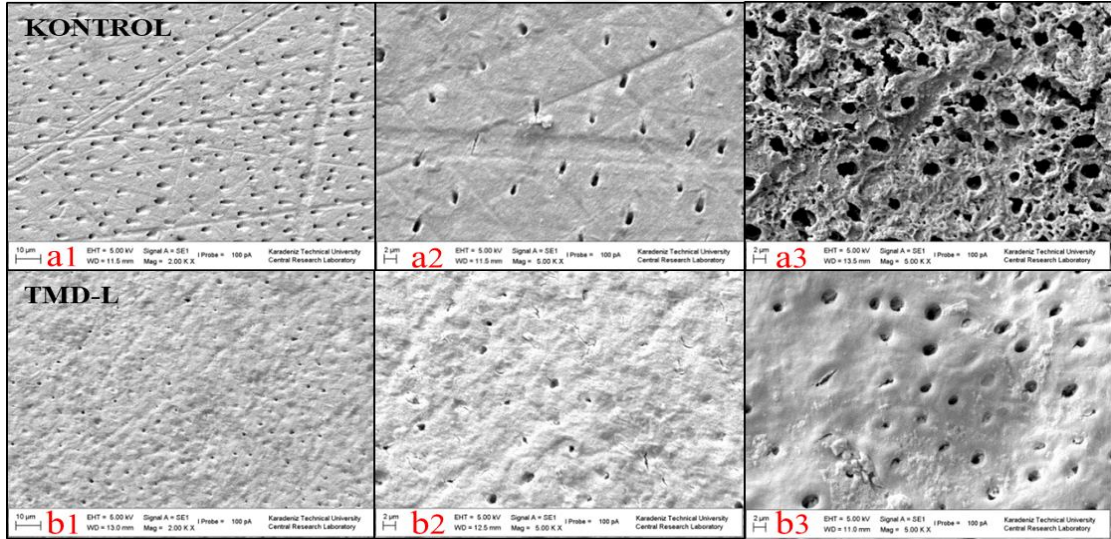
Resim 20. Kontrol grubu (a1, a2, a3) ve TMD grubu (b1, b2, b3) SEM görüntüleri (b1: Uygulama sonrası 2000X - b2: Uygulama sonrası 5000X - a3, b3: E/A sonrası 5000X)



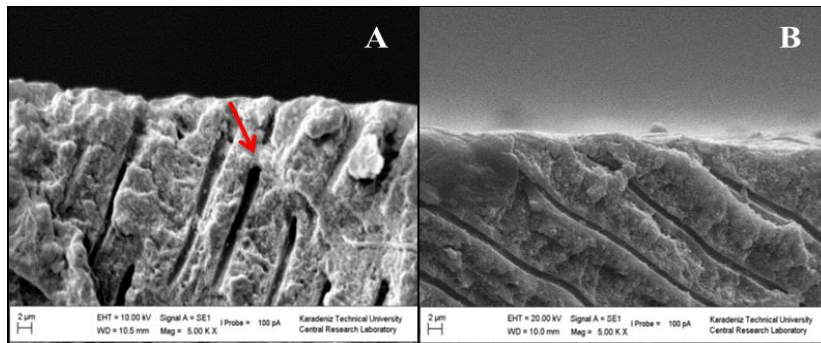
Resim 21. TMD grubu dentin tübüllerinin arayüz görüntüsü (A: Uygulama sonrası - B: E/A sonrası)

4.2.4. Teethmate Desensitizer- Er,Cr:YSGG Lazer Grubu

Teethmate Desensitizer-Er,Cr:YSGG Lazer uygulanan gruptan alınan SEM görüntülerinde, genel olarak dentin tübüllerinin kapalı ve daralmış olduğu fakat açık dentin tübüllerinin de mevcut olduğu görülmektedir (Resim 22b1, b2). Arayüz görüntüleri incelendiğinde, tübül girişlerinin bazılarının tıkalı olduğu ve bu tıkaçların bazı dentin tübüllerinin iç yüzeyine doğru ilerlediği tespit edilmiştir (Resim 23). Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası alınan SEM görüntülerinde, hala kapalı olan dentin tübülleri mevcuttur fakat açık dentin tübülleri çoğunluktadır. Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası kontrol grubunun görüntüleriyle karşılaştırıldığında yüzeydeki düzensizliğin azaldığı görülmektedir (Resim 22a3, b3).



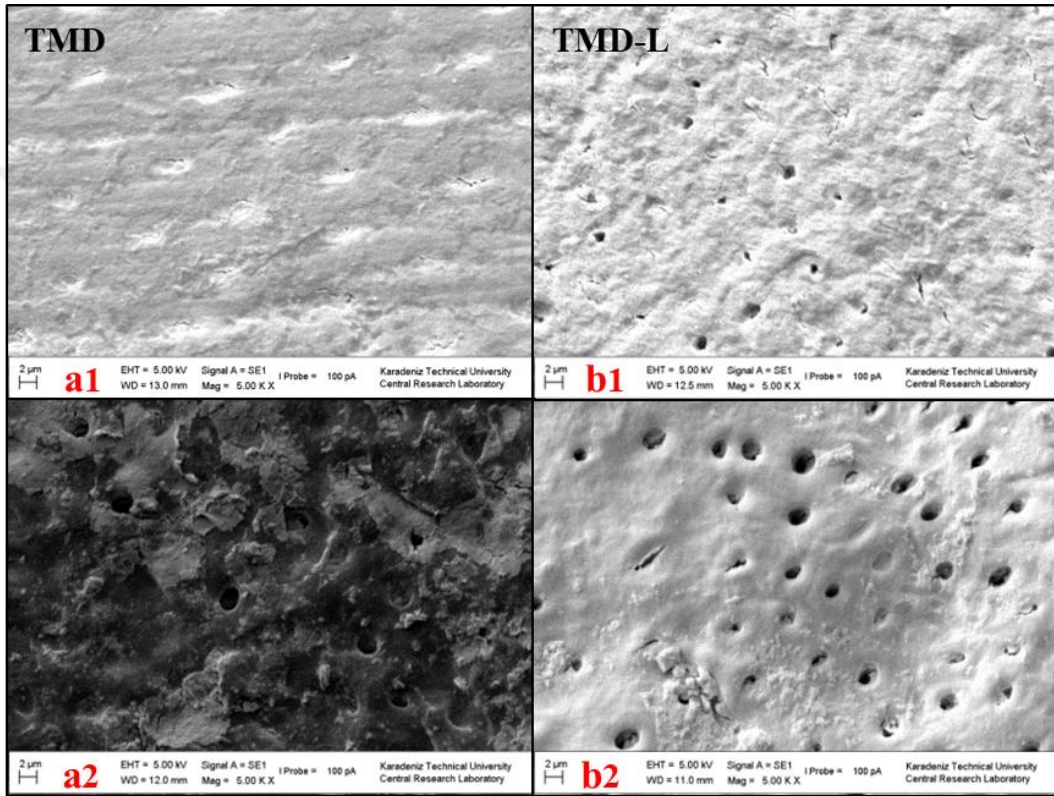
Resim 22. Kontrol grubu (a1, a2, a3) ve TMD-L grubu (b1, b2, b3) SEM görüntüleri (b1: Uygulama sonrası 2000X - b2: Uygulama sonrası 5000X - a3,b3: E/A sonrası 5000X)



Resim 23. TMD-L grubu dentin tübüllerinin arayüz görüntüsü (A: Uygulama sonrası - B: E/A sonrası)

4.2.5. TMD ve TMD-L Grubu Karşılaştırma

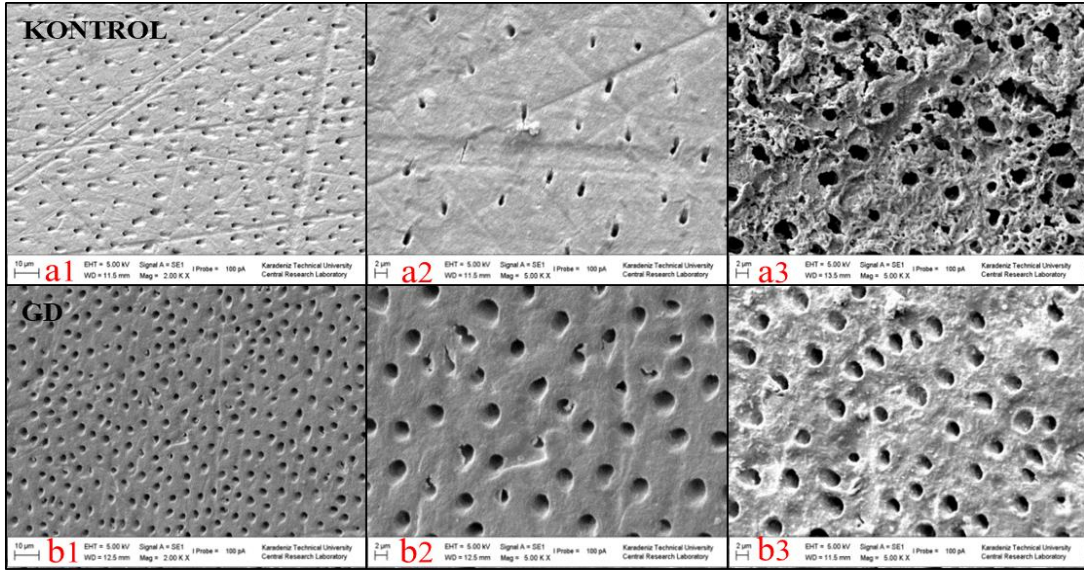
TMD ve TMD-L uygulanan grupların SEM görüntülerini karşılaştırdığımızda, lazer uygulanmayan grupta, uygulama sonrası tüm dentin tübüllerinin kapalı olduğu, fakat lazer uygulanan grupta bazı dentin tübüllerinin kısmen açık olduğu görülmektedir (Resim 24a1, b1). Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası her iki grupta da dentin tübüllerin açıldığı, fakat hala kapalı tübüllerin varlığı görülmektedir (Resim 24a2, b2).



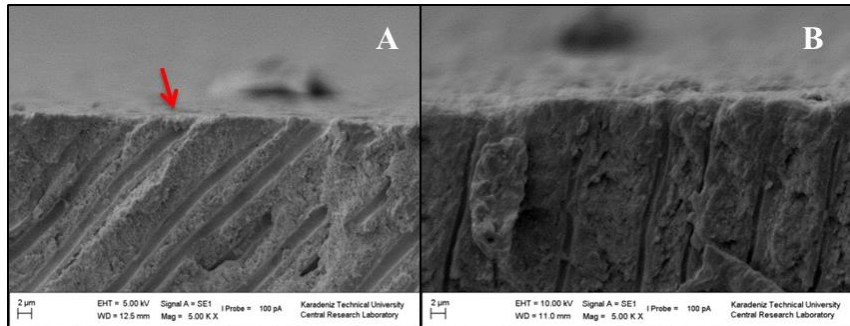
Resim 24. TMD (a1, a2) ve TMD-L (b1, b2) gruplarının SEM görüntüleri
(a1, b1: Uygulama sonrası - a2, b2: E/A sonrası)

4.2.6. Gluma Desensitizer Grubu

GD uygulanan gruplardan alınan SEM görüntülerinde, yer yer dentin tübül girişlerinde tübül tıkaçlarına ve daralan dentin tübüllerine rastlanmıştır. Fakat tamamen tübüllerin tıkalı olduğu dentin görüntüsü mevcut değildir (Resim 25b1, b2). Arayüz görüntüleri incelendiğinde, dentin tübül ağzlarında tıkaçlar gözlemlense de, tübüllerde ilerleyen tıkaç görüntüsü mevcut değildir (Resim 26). Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası alınan SEM görüntülerinde, kapalı tübüllere rastlanılmadı. Fakat erozyon/abrazyon döngüsü sonrası kontrol grubunun görüntüleriyle karşılaştırıldığında yüzeydeki düzensizliklerin azaldığı görülmektedir (Resim 25a3, b3).



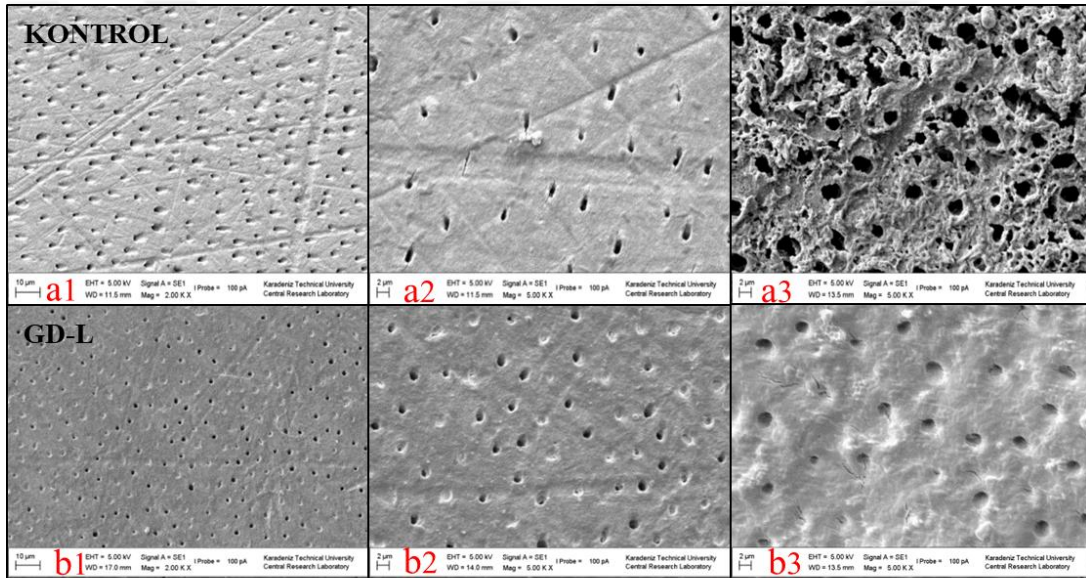
Resim 25. Kontrol grubu (a1, a2, a3) ve GD grubu (b1, b2, b3) SEM görüntüleri (b1: Uygulama sonrası 2000X -b2: Uygulama sonrası 5000X - a3, b3: E/A sonrası 5000X)



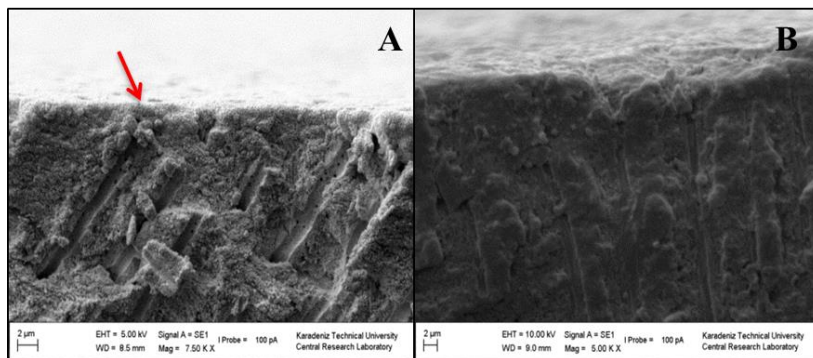
Resim 26. GD grubu dentin tübüllerinin arayüz görüntüsü (A: Uygulama sonrası - B: E/A sonrası)

4.2.7. Gluma Desensitizer- Er,Cr:YSGG Lazer Grubu

Gluma Desensitizer-Er,Cr:YSGG Lazer uygulanan gruplardan alınan SEM görüntülerinde, yer yer kapalı ve daralmış dentin tübüllerinin varlığı görülmektedir, fakat kısmen açık dentin tübüllerinin de mevcut olduğu görülmektedir (Resim 27b1, b2). Arayüz görüntüleri incelendiğinde tübül ağızlarında tıkaçların mevcut olduğu görülmektedir (Resim 28). Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası alınan SEM görüntülerinde, hala kapalı dentin tübülleri görülmektedir. Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası kontrol grubunun SEM görüntüleriyle karşılaştırıldığında, yüzeydeki düzensizliğin azaldığı görülmektedir (Resim 27a3, b3).



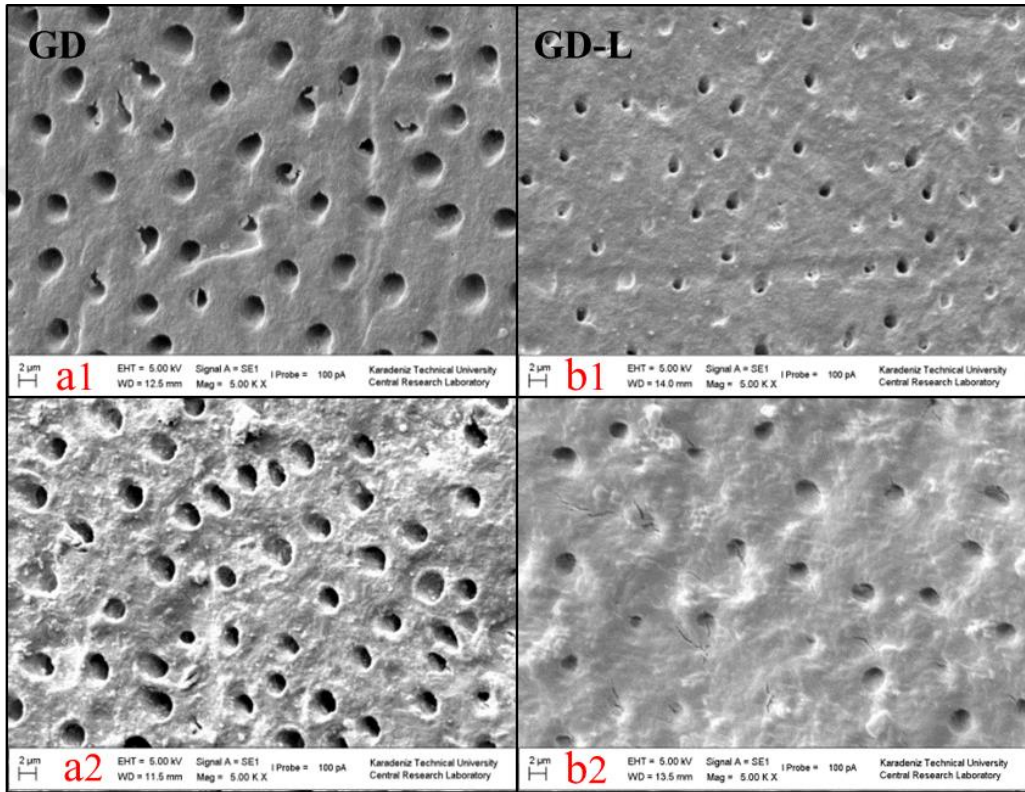
Resim 27. Kontrol grubu (a1, a2, a3) ve GD-L grubu (b1, b2, b3) SEM görüntüleri (b1: Uygulama sonrası 2000X - b2: Uygulama sonrası 5000X - a3,b3:E/A sonrası 5000X)



Resim 28. GD-Er, Cr:YSGG lazer grubu dentin tübüllerinin arayüz görüntüsü (A: Uygulama sonrası - B: E/A sonrası)

4.2.8. GD ve GD-L Grubu Karşılaştırma

GD ve GD-L uygulanan grupların SEM görüntülerini karşılaştırdığımızda, lazer uygulanan grupta lazer uygulanmayan gruba göre, uygulama sonrası daha fazla dentin tübülünün kapalı olduğu görülmektedir (Resim 29a1, b1). Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası lazer uygulanan grupta hala kapalı tübüllerin varlığı görülmektedir, fakat tek başına GD uygulanan grupta kapalı dentin tübülü mevcut değildir (Resim 29a2, b2).

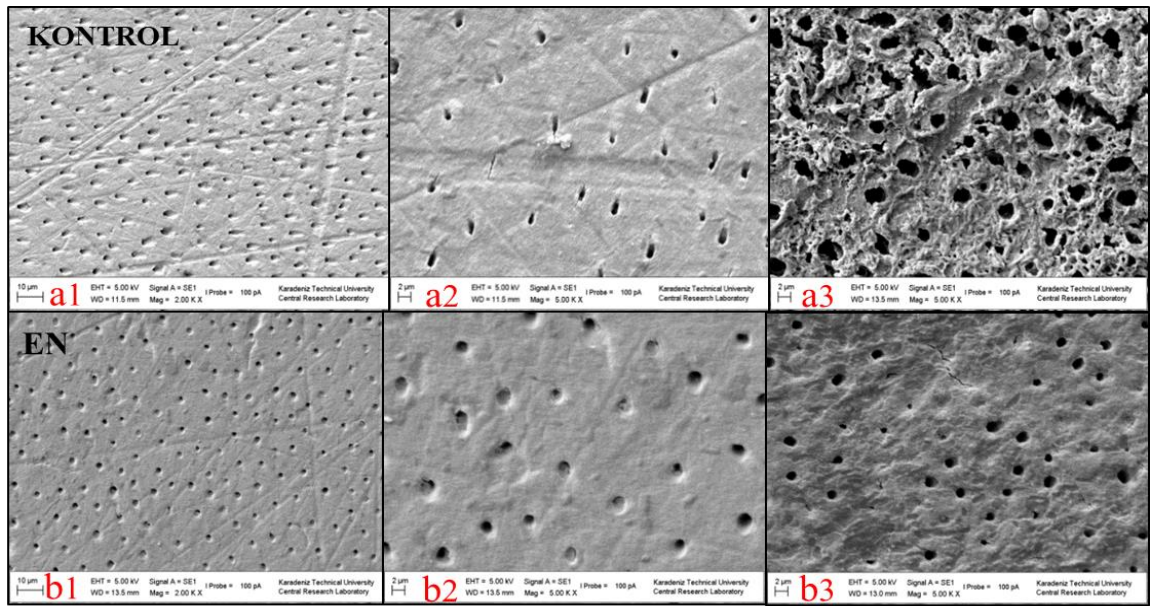


Resim 29. GD (a1, a2) ve GD-L (b1, b2) gruplarının SEM görüntüleri

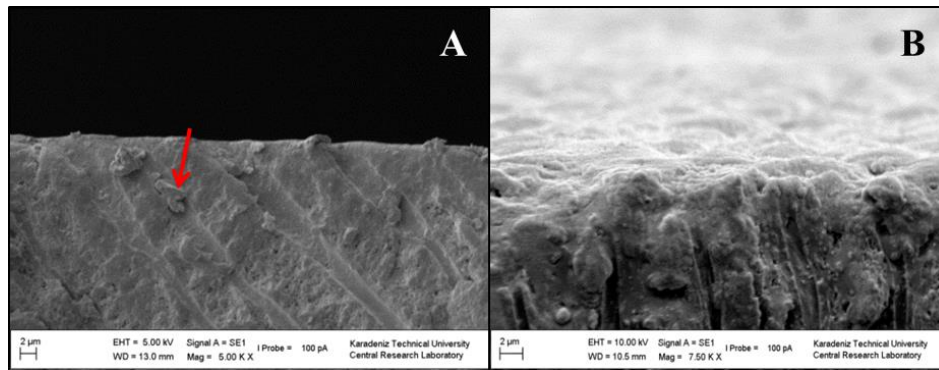
(a1,b1: Uygulama sonrası - a2, b2: E/A sonrası)

4.2.9. Enamelast Grubu

EN uygulanan gruptan alınan SEM görüntülerinde, dentin tübül ağzlarının genellikle açık olduğu fakat yer yer kapalı veya daralmış tübüllerin bulunduğu görülmektedir (Resim 30b1, b2). Arayüz görüntüleri incelendiğinde, tübül ağzlarında tıkaçlar ve bunların bazılarının tübüllerin içerisinde ilerlediği görülmektedir (Resim 31). Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası alınan SEM görüntülerinde, tübüllerin genellikle açık olduğu görülmektedir. Kontrol grubunun erozyon/abrazyon döngüsü sonrası görüntüleriyle karşılaştırıldığında yüzeydeki bozulmanın azaldığı görülmektedir (Resim 30a3, b3).



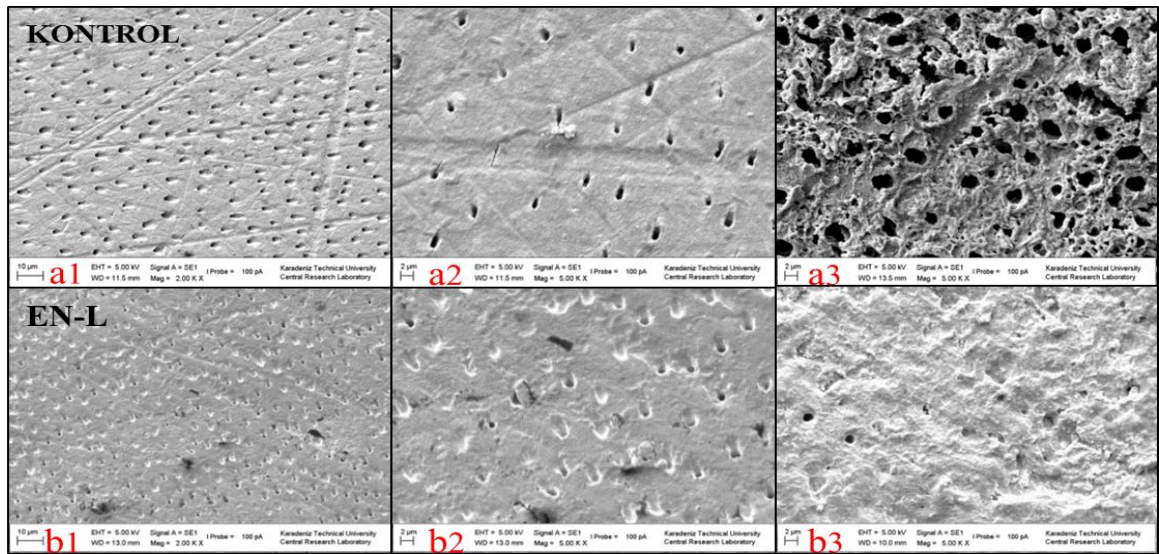
Resim 30. Kontrol grubu (a1, a2, a3) ve EN grubu (b1, b2, b3) SEM görüntüleri (b1: Uygulama sonrası 2000X - b2: Uygulama sonrası 5000X - a3, b3:E/A sonrası 5000X)



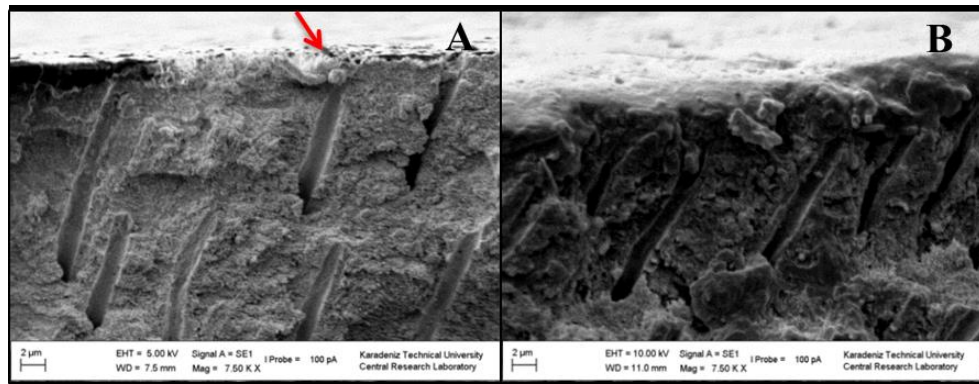
Resim 31. EN grubu dentin tübüllerinin arayüz görüntüsü (A: Uygulama sonrası - B: E/A sonrası)

4.2.10. Enamelast- Er,Cr:YSGG Lazer Grubu

Enamelast- Er,Cr:YSGG Lazer uygulanan gruptan alınan SEM görüntülerinde, genel olarak dentin tübüllerinin kapalı olduğu ve tübül ağzlarındaki tıkaçlar görülmektedir (Resim 32b1, b2). Arayüz görüntüleri incelendiğinde de tübül tıkaçları görülmektedir (Resim 33). Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası alınan SEM görüntülerinde, hala kapalı dentin tübüllerinin çoğunlukta olduğu görülmektedir. Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası kontrol grubunun görüntüleriyle karşılaştırıldığında, yüzeydeki düzensizliklerin azaldığı görülmektedir (Resim 32a3, b3).



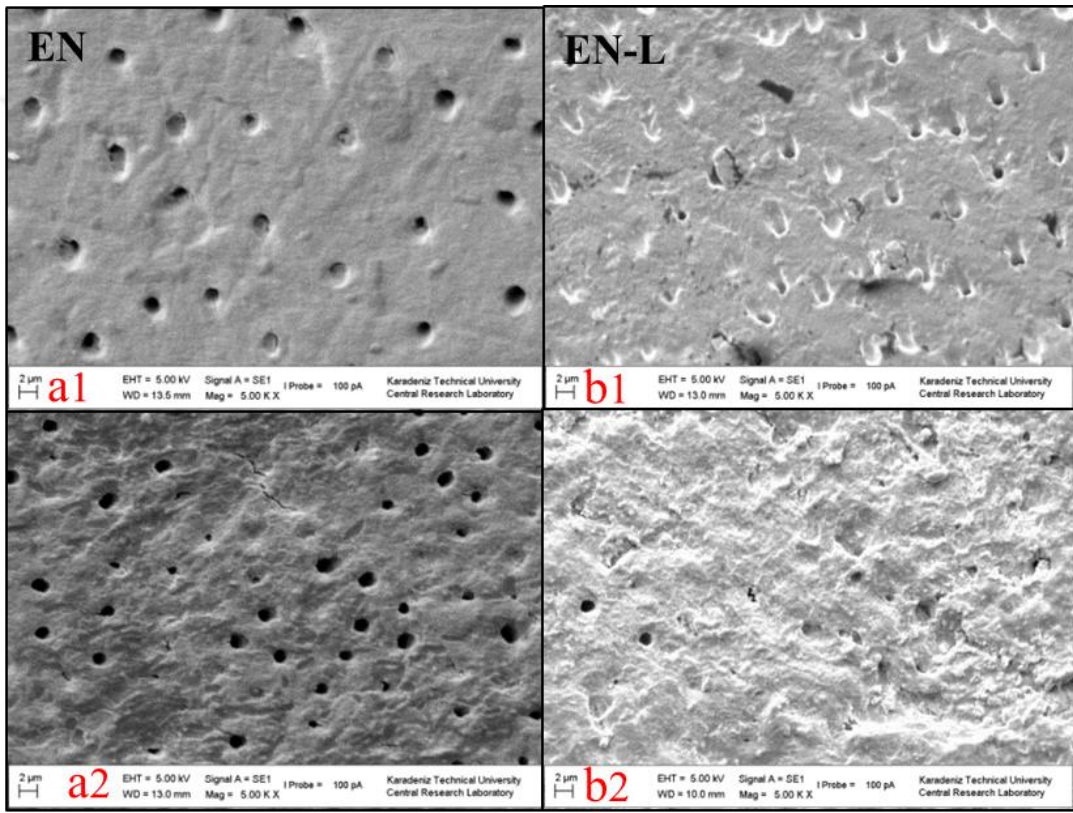
Resim 32. Kontrol grubu (a1, a2, a3) ve EN-L grubu (b1, b2, b3) SEM görüntüleri (b1: Uygulama sonrası 2000X - b2: Uygulama sonrası 5000X - a3, b3: E/A sonrası 5000X)



Resim 33. EN-Er, Cr:YSGG lazer grubu dentin tübüllerinin arayüz görüntüsü (A: Uygulama sonrası - B: E/A sonrası)

4.2.11. EN ve EN-L Grubu Karşılaştırma

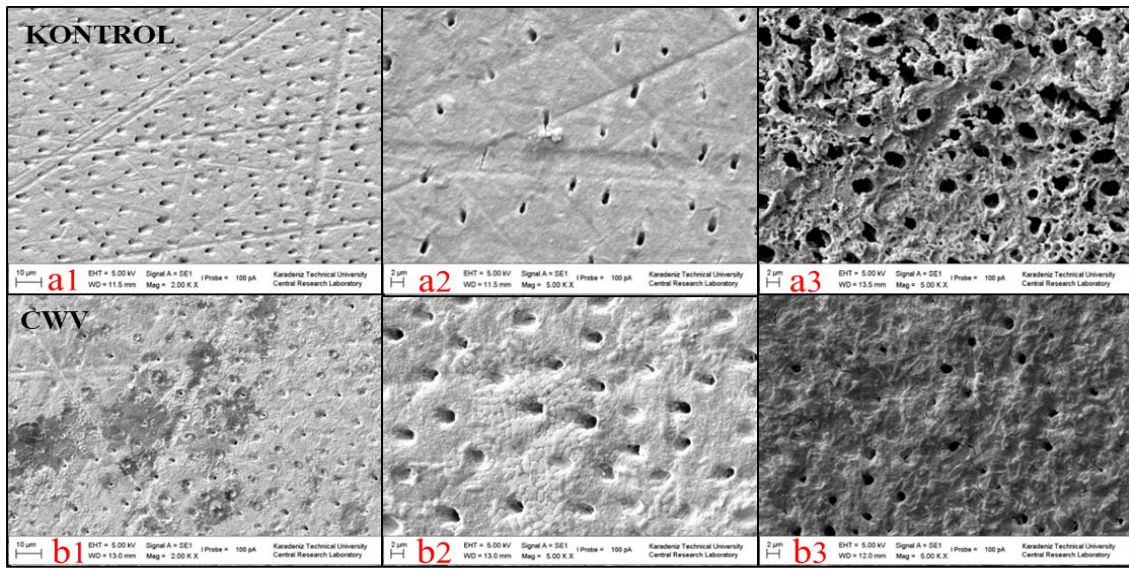
EN ve EN-L uygulanan grupların SEM görüntülerini karşılaştırdığımızda, lazer uygulanan grupta lazer uygulanmayan gruba göre, uygulama sonrası daha fazla dentin tübülünün kapalı olduğu görülmektedir (Resim 34a1, b1). Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası lazer uygulanan grupta, daha fazla kapalı tübüllerin varlığı görülmektedir, fakat tek başına EN uygulanan grupta dentin tübüllerinin çoğunun açıldığı görülmektedir (Resim 34a2, b2).



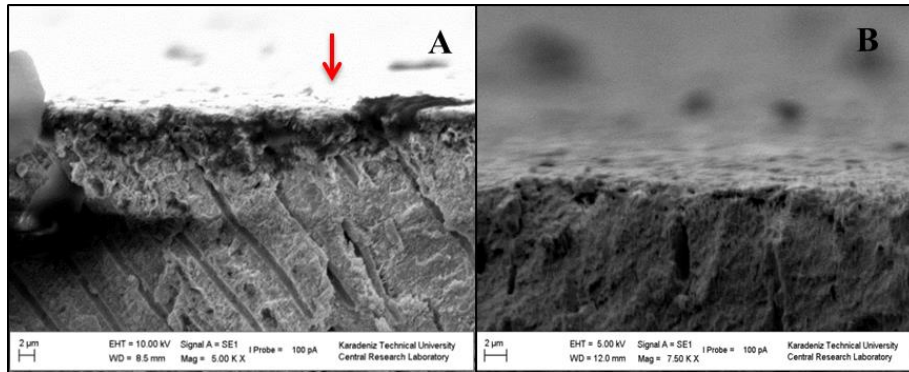
Resim 34. EN (a1, a2) ve EN-L (b1, b2) gruplarının SEM görüntüleri
(a1, b1: Uygulama sonrası - a2, b2: E/A sonrası)

4.2.12. Clinpro White Varnish Grubu

CWV uygulanan gruptan alınan SEM görüntülerinde, dentin tübül ağzlarının daraldığı ve tıklandığı fakat açık dentin tübüllerinin çoğunlukta olduğu görülmektedir (Resim 35b1, b2). Arayüz görüntüleri incelendiğinde yüzeyde bir tabakanın varlığı görülmektedir. Fakat tübüllerin içerisinde ilerleyen tıkaç görüntüsü yoktur (Resim 36). Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası alınan SEM görüntülerinde, hala kapalı dentin tübülleri mevcuttur. Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası kontrol grubunun görüntüleriyle karşılaştırıldığında, yüzeydeki düzensizliklerin azaldığı görülmektedir (Resim 35a3, b3).



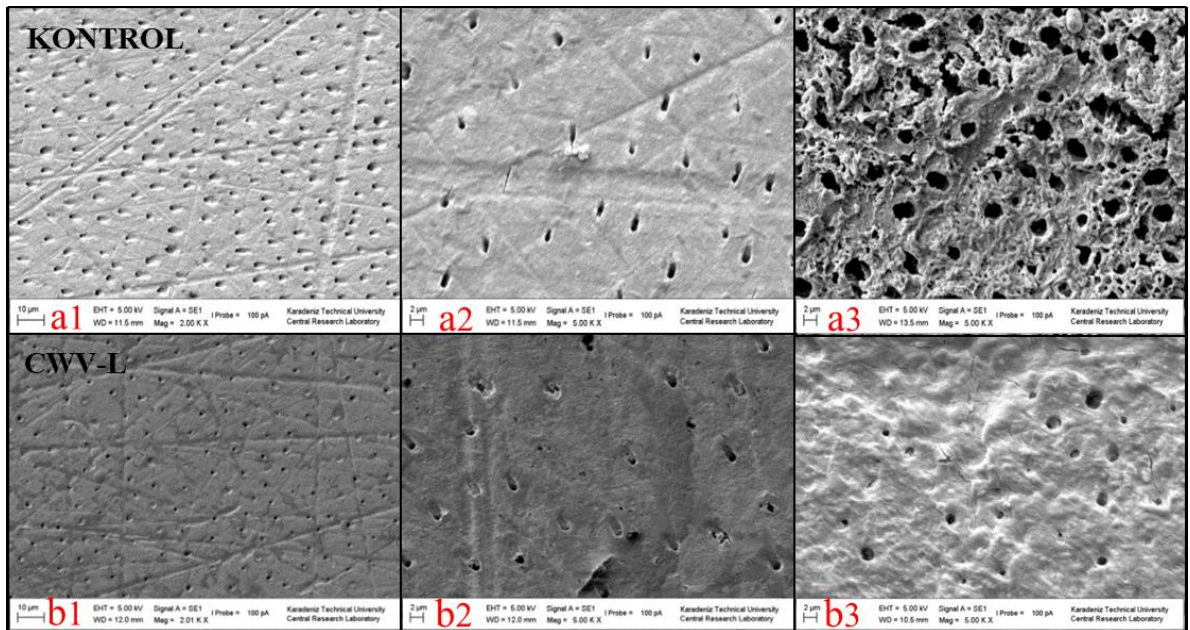
Resim 35. Kontrol grubu (a1, a2, a3) ve CWV grubu (b1, b2, b3) SEM görüntüleri (b1: Uygulama sonrası 2000X - b2: Uygulama sonrası 5000X - a3, b3: E/A sonrası 5000X)



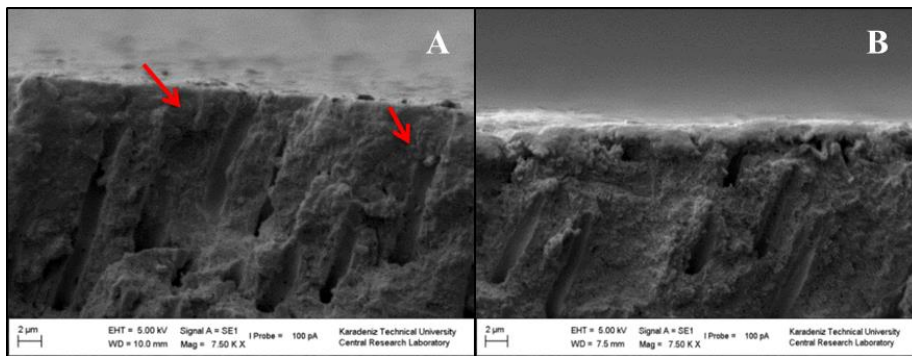
Resim 36. CWV grubu dentin tübüllerinin arayüz görüntüsü (A: Uygulama sonrası - B: E/A sonrası)

4.2.13. Clinpro White Varnish- Er,Cr:YSGG Lazer Grubu

Clinpro White Varnish-Er,Cr:YSGG Lazer uygulanan gruptan alınan SEM görüntülerinde, genel olarak dentin tübüllerinin kapalı ve daralmış olduğu fakat açık dentin tübüllerinin de mevcut olduğu görülmektedir (Resim 37b1, b2). Arayüz görüntüleri incelendiğinde, tübül tıkaçlarının tübül ağızlarından ilerlediği görülmektedir (Resim 38). Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası alınan SEM görüntülerinde, hala kapalı dentin tübülleri mevcuttur. Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası kontrol grubunun SEM görüntüleriyle karşılaştırıldığında yüzeydeki düzensizliklerin azaldığı görülmektedir (Resim 37a3, b3).



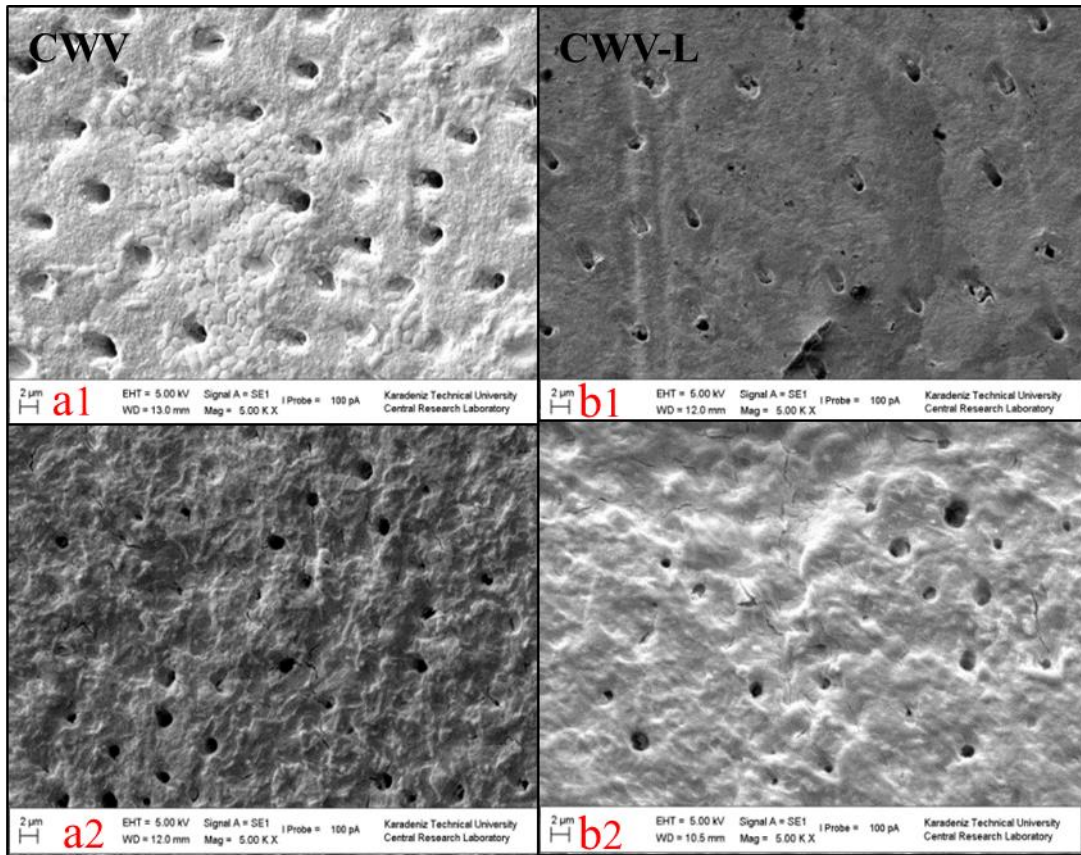
Resim 37. Kontrol grubu (a1, a2, a3) ve CWV-L grubu (b1, b2, b3) SEM görüntüleri (b1: Uygulama sonrası 2000X - b2: Uygulama sonrası 5000X - a3, b3: E/A sonrası 5000X)



Resim 38. CWV-Er, Cr:YSGG lazer grubu dentin tübüllerinin arayüz görüntüsü (A: Uygulama sonrası - B: E/A sonrası)

4.2.14. CWV ve CWV-L Grubu Karşılaştırma

CWV ve CWV-L uygulanan grupların SEM görüntülerini karşılaştırdığımızda, lazer uygulanan grupta lazer uygulanmayan gruba göre, uygulama sonrası daha fazla dentin tübülünün kapalı olduğu görülmektedir (Resim 39a1, b1). Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası lazer uygulanan grupta, daha fazla kapalı tübüllerin varlığı görülmektedir, fakat tek başına CWV uygulanan grupta dentin tübüllerinin çoğunun açıldığı görülmektedir (Resim 39a2, b2).



Resim 39. CWV (a1, a2) ve CWV-L (b1, b2) gruplarının SEM görüntüleri
(a1, b1: Uygulama sonrası - a2, b2: E/A sonrası)

5. TARTIŞMA

DH, başka herhangi bir dental patoloji ile açıklanamayan, uyararla oluşan, lokalize kısa süreli ve keskin ağrı olarak tanımlanır (46, 184). DH, toplumda yaygın olarak görülen bir durumdur ve özellikle gelişmiş ülkelerde giderek artan bir problem haline gelmektedir. İnsanlar ağız hijyenlerine özen göstererek dişlerini uzun süre ağızlarında tutabilmekte ve buna bağlı olarak DH görülme riski de artmaktadır (185). Günümüzde DH, görülme sıklığının giderek artması, hastaların yaşam kalitesini düşürmesi ve ağız hijyen uygulamaları sırasında oluşan sorunlar nedeniyle diş hekimliğinde ele alınması gereken önemli bir sorun oluşturmaktadır.

DH'ye sahip olan dişler, hassas olmayan dişlere göre özellikle bukkal servikal bölgede daha fazla sayıda ve daha geniş dentin tübüllerine sahiptir (186). Bu nedenle başarılı bir DH tedavisinin temel amacı, bu dentin tübüllerinin tamamen tıkanmasıdır (187). Hızlı ve etkili bir şekilde tübüller tıkayan ve ağız ortamının etkilerine karşı direnç sağlayan tedavilere ihtiyaç duyulmaktadır. DH'nin tedavisinde birçok seçenek bulunmaktadır ve farklı etki mekanizmalarına sahip hassasiyet giderici ürünler piyasaya sürülmüştür (188). DH tedavisinde, hekim tarafından uygulanan veya hastanın kendisinin uyguladığı ürünler mevcuttur. Hasta tarafından uygulanan tedaviler kolay ve ekonomik olmakla birlikte belirli bölgelere uygulama güçlükleri ve devamlı kullanım gereksinimi duyulması dezavantaj oluşturmaktadır (22). Klinikte hekim tarafından uygulanan DHGA, etki mekanizmalarına göre desensitizasyon sağlayan ajanlar, anti-inflamatuvar ilaçlar, protein çökteticiler, tübül tıkayıcı ajanlar ve tübül örtücüler olarak sınıflandırılmıştır (189). Bu ürünlerin klinik etkinlikleri açısından literatürde çelişkili sonuçlar mevcuttur (190, 191). Klinikte kullanılan bu topikal tedavi yöntemlerinin dezavantajı, etkinliklerini sınırlı bir zaman koruyabilmeleri ve etkinliklerinin devamı için tekrar tekrar uygulama gerekliliğidir. Bu nedenle etkili ve uzun süreli bir DH tedavisi için arayışlar devam etmektedir. Günümüzde bu ürünlere alternatif olarak lazerler de kullanılmaya başlanmıştır (192). Lazerler, DH tedavisinde gelecek vadeden uygulamalardan biridir. DH tedavisi için düşük güç ve orta güçteki lazerler kullanılabilir. Nd:YAG, CO₂, GaAlAs (Diyot), Er:YAG, Er, Cr:YSGG lazerler bu amaçla kullanılmıştır ve DH tedavisindeki etkinlikleri geleneksel yöntemlerle karşılaştırılmıştır. Uygulama kolaylıkları, çoğu zaman tekrarlayan uygulama gerektirmemeleri ve uzun dönem etkili olmaları sebebiyle daha başarılı olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır (71, 158, 171, 173, 193, 194).

DH konusundaki in vitro ve klinik çalışmalar, asit erozyonunun, DH'yi başlatma ve ilerlemesini hızlandırma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Çalışmalar, asidik içeceklerin smear tabakasını kaldırarak dentin tübüllerini açığa çıkarabildiğini bildirmiştir. Ayrıca, DH tedavisinde kullanılan dentin tübüllerini tıkayan bazı ajanlar aside dayanıksızdır ve kolaylıkla dentin yüzeyinden uzaklaştırılabilir. Diyet asitleri ve diş fırçalamanın, dentin tübüllerini açıp genişletebildiği ve hassasiyeti başlatma ya da tedavinin etkinliğini azaltma yeteneğine sahip olduğu bilinmektedir (183, 195). Birlikte ele alındığında, erozyon ve abrazyonun DH ile ilişkili olduğu görülmektedir (20, 196). Bu nedenle, diş fırçalamanın neden olduğu abrazyon veya asidik bir diyetle bağlı erozyon gibi etiyolojik faktörlerin simülasyonu, tübül tıkaçlarının stabilitesini ve buna bağlı olarak da DHGA'nın etkinliğini değerlendirmek için önemli bir prosedürdür (197).

Bu tez çalışmasında, farklı etki mekazımlarına sahip DHGA ve lazer tek başına ve kombine olarak kullanılmıştır. Ajanlar tek başlarına kullanıldığında ve lazer ile kombine kullanımlarında tübül tıkaç etkinliklerinde ve dentin yüzey pürüzlülüklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Çalışmanın ikinci kısmında erozyon/abrazyon döngüsü modeli kullanılarak, DHGA'nın ve lazerin erozyon ve abrazyon sonrası yüzey pürüzlülüğü ve tübül tıkaç etkinliği incelenmiştir. Erozyon ve abrazyon, ağız içinde meydana gelen, DHGA'nın tübül tıkaç etkinliğini azaltan ve tübüllerin tekrar açılmasına sebebiyet veren faktörlerdendir. Etkili ve uzun süreli DH tedavisini zorlaştırması ve tedaviden sonra tübüllerin açılmasını sağlayarak tekrar DH'ye sebep olması nedeniyle, ajanların erozyon ve abrazyondan nasıl etkilendiğinin bilinmesi klinikte bize yardımcı olması açısından önemlidir.

Bu tez çalışmasında yüksek asidik içecek tüketimi ve DH şikayeti olan bireylerin klinik durumunu taklit eden, Scaramucci ve ark. tarafından önerilen beş günlük erozyon/abrazyon döngüsü modeli kullanılmıştır (183). Erozyon/abrazyon döngüsü kullanılan modeller, örneklerin asitlere kısa süre maruz kalması ve sonrasında tükürük yoluyla uzaklaştırılmasından dolayı, ağız ortamındaki erosiv/abrasiv faktörleri daha iyi yansıtır (198). Literatürdeki çalışmaların çoğu, aşınmış sert diş dokularında tek fırçalama tedavisi yerine döngüsel erozyon/abrazyon modellerini kullanmıştır. Erozyon/abrazyon döngülerinin sayısı, üç ila 720 döngü arasında geniş bir aralık göstermiştir (199–201). Döngü süresinin, çürük ile ilgili çalışmalarda olduğu gibi uzun olması gerekmez, çünkü erozyon daha hızlı ilerleyen bir durumdur. Kullanılan erozyon/abrazyon döngüsü, bir diyet

alışkanlığını veya tıbbi bozukluğu yansıtmalı ve klinik olarak anlamlı olmalıdır. Dikkate alınması gereken değişkenler arasında her bir döngünün süresi, sayısı ve zamanlaması vardır (198, 202). Yapılan bir literatür tarama çalışmasında (198), uygulanması önerilen bir erozyon modeli bulunmadığı, çalışmalarda kullanılan erozyon/abrazyon modellerinde farklı asit solüsyonları, uygulama süreleri, ortam ısıları ve de/remineralizasyon solüsyonları kullanıldığı bildirilmiştir. Dışsal kaynaklı erozyonun modellenmesi için, alkolsüz bir içecek, meyve suyu veya basit bir asit çözeltisi kullanılabilir. Alkolsüz içecekler daha gerçekçi test avantajı sağlar, ancak gruplar arasında değişiklik gösterebilir. Bu durum, uzun dönem çalışmalarda dezavantaj sağlar. Alkolsüz içecekler ayrıca, pelikülün özelliklerini değiştirebilen maddeler (örn. şekerler, sakızlar ve polifenoller) içerebileceği için basit asit çözeltilerinin kullanılması önerilmiştir. Basit asit çözeltileri tekrarlanabilir, ucuzdur ve aşındırıcı ortamın özelliklerini ve parametrelerini test etmek için daha uygundur. Sitrik asit, genellikle bir meşrubat asidini taklit etmek için kullanılan basit asit çözeltisidir (202). Eroziv ajanın konsantrasyonu, pH'sı, sıcaklığı erozyon oluşumunu etkileyen parametrelerdir. Eroziv ajanın pH'sı, günlük yaşamda tüketilen asidik içeceklerin (Coca-Cola veya Sprite pH 2,3-3,2) pH'sını yansıtmalıdır. Sıcaklık erozyon oranını önemli ölçüde etkileyebileceğinden, kontrol edilmelidir. Bunun için, vücut sıcaklığı (37°C), ortalama ağız içi sıcaklık (36°C) veya oda sıcaklığı (25°C) kullanılabilir. Vücut ve ağız sıcaklığı coğrafi ve mevsimsel etkenlere göre değiştiği için, literatürde, oda sıcaklığında 25°C'lik kontrollü bir sıcaklığın kullanılması önerilmiştir (202). Bu nedenle bu tez çalışmasında, eroziv ajan olarak pH'sı yaklaşık 2.45 olan %0.3'lük sitrik asit çözeltisi, oda sıcaklığında (25°C) kullanılmıştır (183).

Asidik bir içecek içerken, doğal dişlerle temas eden asitin etkisinin, tükürükle seyreltilmesi ve içeceğin ağız ortamında eşit olmayan dağılımı nedeniyle daha az olduğu belirtilmelidir. Bu durum, diş yüzeyindeki pH'nın, kritik pH'nın altında olduğu yaklaşık iki dakikalık kısa bir süre ile sonuçlanır (199, 203). Literatürde, ağızda, pH'nın düşük kaldığı maksimum sürenin yaklaşık iki dakika olduğunu bildirilmiştir (186, 196). Bu nedenle, tükürük etkileşimi olmadan asidik ortama maruz kalma iki dakika/döngü süresini aşmamalıdır. Bu tez çalışmasında, dentin örneklerini sitrik asitte bekletme süresi iki dakikadır. Tükürük, diş yüzeylerinde pelikül oluşmasında önemli bir rol oynar. Elde edilen pelikül tabakası, asit tehdidi sırasında asidin diş yüzeyiyle temasını engelleyen yarı geçirgen bir zardır (204). İn vitro çalışmalarda örnekler, yapay tükürük veya doğal insan tükürüğünde bekletilmişlerdir. Yapay tükürük, yeterli miktarlarda ve tutarlı bir bileşimle

hazırlanabilme avantajı sunar, bu da yüksek derecede standardizasyon sağlar. Doğal insan tükürüğü bileşenleri, in vitro koşullar altında hızla değişebilir veya bozunabilir ve çalışma sırasında fazla miktarlarda tükürüğün gerekli olması gibi sorunlara sebep olabilir (199, 205). Bu nedenle, bu tez çalışmasında standardizasyonu sağlamak amacıyla yapay tükürük kullanılmıştır. Örnekler deney süresi dışında ve erozyon döngüleri arasında yapay tükürükte bekletilmiştir.

Pek çok in vitro çalışmada, örnekler erozyondan hemen sonra fırçalanmamış, aşınmış mine ve dentin, direnci arttırmak için tükürükte dört saate kadar (çoğunlukla 30-60 dakika) bekletildikten sonra fırçalanmıştır. Aşınma direncini arttırmak için bekleme sürelerinin etkinliği le ilgili çelişkili sonuçlar mevcuttur. Bazı çalışmalar, yapay tükürükte veya ağız içinde bekletmenin aşınma direncini önemli ölçüde arttığını gösterirken, bazıları bekleme süresinin direnci etkilemediğini bildirmişlerdir (206–208). Bununla birlikte, fırçalamadan önceki bekleme süresi, günlük oral hijyen alışkanlıklarını daha iyi temsil eder, çünkü insanların her eroziv faktörden hemen sonra dişlerini fırçalamaları pek olası görünmemektedir (199). Bu nedenle bu tez çalışmasında, örnekler her diş fırçalama öncesi 30 dakika yapay tükürükte bekletilmiştir.

Fırçalama kuvveti olarak, 2-3 N'luk bir kuvvet önerilmiştir (199). Ancak ISO standartları (14569-1 82007), 0.5-2.5 N'ye izin verdiği için 2 N'luk bir kuvvet kullanılması tavsiye edilmiştir. Uygulamanın klinik durumu yansıtması gerekmektedir (202). Bu nedenle çalışmamızda, fırçalama kuvveti 2 N olacak şekilde ayarlandı. Bu değer, erozyon/abrazyon çalışmaları için önerilen kuvvet aralığındadır (184, 199). Florürlü diş macunları, aşınmış mine ve dentin üzerinde, florür içermeyen diş macunlarına göre in vitro olarak daha az aşınma oluşturur. Çalışmanın amacına bağlı olarak, florür içeren veya içermeyen diş macununun kullanımı uygun olabilir, ancak uluslararası piyasada bulunan çoğu diş macununun florür içerdiği dikkate alınmalıdır. Bu nedenle, klinik koşulları taklit etmek için florür içeren diş macunlarının kullanımı önerilmektedir (199). Bu tez çalışmasında, diş fırçalama gerçekçi bir günlük ağız hijyeni alışkanlığını taklit etmek için günde iki kez gerçekleştirildi. Diş fırçası, fırça hareketini örnek üzerinde standart hale getiren belirli bir cihaza sabitlenmiş elektrikli bir diş fırçası ile yapıldı. Diş fırçalama sırasında herhangi bir hassasiyet giderici iddiası olmayan, 15 000 ppm F (NaF olarak) içeren Colgate Maximum Anti-çürük diş macunu kullanıldı (209, 210).

Erozyon ve abrazyon, diş sert dokularının yüzey özelliklerinde değişikliklere sebep olabilir. Bu özelliklerden biri de, yüzey pürüzlülüğüdür. Diş sert dokuların yüzey pürüzlülüğü, bakteriyel tutunma sürecinde klinik öneme sahiptir. Literatür incelendiğinde, "ağız içi sert dokuların pürüzlülüğünün oral mikroorganizmaların bu yüzeylere tutunmasında büyük bir etkisi olduğu" sonucuna varılmıştır. Yüzey pürüzlülüğü, dişte biyofilm oluşumunu ve birikmesini etkiler (211–213). Klinik olarak, beslenme alışkanlıkları, ağız hijyeni tekniği ve sıklığının yanı sıra aşındırıcı diş macunları ve diş fırçası kollarının türü gibi diş fırçalamada kullanılan ürünler de mine ve dentinin pürüzlülüğünün artmasına katkıda bulunabilir. Pürüzlü ve düzensiz yüzeylerde, dental biyofilm daha büyük miktarlarda oluşturulur ve düz yüzeylere göre daha hızlı olgunlaşma sağlar. Böylece çürük ve periodontal hastalık riski artar (211, 214, 215). Bu nedenle DH tedavisinde kullanılan tüm tedavi yöntemleri, klinik uygulama öncesi yüzey pürüzlülüğü oluşumu açısından değerlendirilmelidir. Çünkü tedavi DH'yi azaltabilir fakat aynı zamanda o yüzeyin çürük riskini artırabilir ve diş yüzeylerinde renklenmeye sebep olabilir.

Erozyonun sert diş dokuları üzerindeki etkilerini araştırmak için birçok kantitatif yöntem benimsenmiştir; literatürde en yaygın olarak bildirilen yöntem, profilometri kullanımıdır (216). Profilometri, yüzey pürüzlülüğü hakkında bilgi edinmemizi sağlar ve eroziv aşınma çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (217). Profilometrik analiz için temaslı ve temassız ölçüm yapan cihazlar mevcuttur. Buradaki hedef kriter, organik yüzey yapılarının çıkarılmasından sonra belirlenen mineralize doku kaybıdır. Temaslı profilometri, bu yumuşak yapıları bir kenara iter ve böylece mineral kaybı için daha geçerli bir değer sağlar. Bu şekilde küçük organik kalıntılardan kaynaklanan ölçüm hataları önlenmiş olur (218). Bu yüzden bu çalışmada temaslı profilometri kullanılmıştır. Temaslı profilometride yüzey, elmas veya çelik uçlu bir kalem kullanılarak taranır. Prob ucu ölçüm alanı boyunca hareket eder ve profil yüksekliklerini kaydeder (216).

Dental dokuların yüzey özelliklerinin ve kullanılan hassasiyet giderici ajanların tübül tıkaç etkilerinin incelenmesi için en çok kullanılan yöntemlerden biri de "SEM"dir. SEM görüntüleri, örneklerin yüzey yapısını anlamak için yararlı olan karakteristik bir görüntü sağlar. SEM, çeşitli maddelerle mineral disolüsyonundan kaynaklanan yüzeysel olarak birikmiş çökeltilerin etkilerini ortaya çıkarmak için kullanılmıştır. Bunlar arasında, farklı etkili asitler ile aşınmış dental dokularda çeşitli ajanların remineralizasyon potansiyeli bulunmaktadır (219). SEM, hem mine hem de dentin üzerindeki erozyonla

ilişkili ultramikroskopik yüzey değişikliklerini kalitatif olarak değerlendirmek için en sık kullanılan cihazlardan biridir (220, 221). SEM incelemeleri, altın ile kaplamadan sonra klinik olarak diş yüzeyindeki koşulları taklit eden ve yüksek oranda tekrarlanabilir olan hem cilalı hem de cilasız doğal yüzeylerde gerçekleştirilebilir. Ancak, SEM yalnızca öznel, nitel değerlendirmeye izin verir (219).

Bu tez çalışmasında kullanılacak dentin örnekleri, öncelikle beş dakika %17'lik EDTA solüsyonunda bekletildi (209, 210, 222). EDTA, dentin demineralizasyonunu ve smear tabakasının uzaklaştırılmasını indükleyen bir şelatlama ajanıdır (223). DH'nin klinik durumunu taklit etmek için tüm dentin yüzeylerine EDTA uygulanarak dentin tübülleri açıldı. EDTA uygulamasından sonra, kontrol grubunun SEM görüntüleri smear tabakası olmadan ve açık dentin tübülleri ile temiz ve pürüzsüz bir yüzey gösterdi (Resim 16a1,a2). Bu bulgular önceki çalışmalarla uyumludur (209, 210, 222).

Bu tez çalışmasında, Teethmate Desensitizer (TMD), Gluma Desensitizer (GD), Enamelast (EN), Clinpro White Varnish (CWV) hem tek başlarına hem de Er, Cr:YSGG lazer (L) ile kombine edilerek kullanıldı. Daha sonra bu örneklerle beş günlük erozyon/abrazyon döngüsü uygulanarak DHGA'nın ve lazerin, tübül tıkaç etkinlikleri ve yüzey pürüzlülüğüne etkisi incelendi.

Bu tez çalışmasının bulgularına göre, DHGA'nın uygulandığı gruplarda (TMD, GD, EN, CWV) yüzey pürüzlülüğünde başlangıç değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış olmadı ($p>0,05$). Er, Cr:YSGG lazer uygulanan grupta (L), yüzey pürüzlülüğündeki artış istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0,05$). SEM görüntüleri incelendiğinde, TMD ve L gruplarında kapalı dentin tübüllerinin çoğunlukta olduğu, EN ve CWV grubunda açık dentin tübüllerinin çoğunlukta olduğu fakat kapalı dentin tübüllerinin de mevcut olduğu görülmektedir. GD grubunda ise tübül tıkaçlarına ve daralmış dentin tübüllerine rastlanmakla beraber tamamen kapalı dentin tübülü görüntüsü mevcut değildir. Er, Cr:YSGG lazer ile kombine edilen gruplarda (TMD-L, GD-L, EN-L, CWV-L) yüzey pürüzlülüğündeki artış, başlangıç değerleri ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0,05$). SEM görüntüleri incelendiğinde, ajanların tek başlarına uygulandığı gruplarla yapılan karşılaştırmalarda, lazer ile kombine edilen gruplarda daha fazla sayıda tıkalı dentin tübülüne rastlandı. Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası tüm grupların yüzey pürüzlülüklerindeki artış tedavi sonrası değerler ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0,001$). Kullanılan DHGA, Er,

Cr:YSGG lazer ve kombine uygulamalar, dentin yüzeyinde pürüzlülüğün artışına engel olamadı. Bunun yanında tüm deneysel grupların erozyon/abrazyon sonrası SEM görüntüleri kontrol grubu ile karşılaştırdığında, yüzey pürüzlülüklerindeki artışa rağmen dentin yüzeyinde meydana gelen morfolojik değişimler, çatlaklar ve düzensizliklerin DHGA, lazer ve bunların kombine uygulanmaları sonrası azalmış olduğu görülmektedir.

Teethmate Desensitizer (TMD) kalsiyum fosfat bazlı bir hassasiyet giderici ajandır. TMD, ana bileşen olarak tetrakalsiyum fosfat [TTCP; $\text{Ca}_4(\text{PO}_4)_2\text{O}$] ve dikalsiyum fosfat anhidrozdan (DCPA; CaHPO_4) oluşur. Sulu bir ortamda, TTCP ve DCPA çözünür, Ca ve PO_4 oluşur. Ca ve PO_4 bileşikleri dişlerdeki ana mineral fazı olan ve daha az çözünen hidroksiapatite (HA) dönüşür (224). TMD'nin avantajı, tükürüğün Ca ve PO_4 ile aşırı doygunluğunun, diş yüzeyinde bulunan TMD katmanında uzun vadede daha fazla HA kristal büyümesine katkı sağlamasıdır (225, 226). Thanatvarakorn ve ark. tarafından yapılan bir in vitro çalışmanın sonuçlarına göre, TMD'nin kristalizasyon yoluyla açık tübülleri tıkayarak hassasiyeti azalttığı bildirilmiştir. TMD uygulamasından sonra, dentin yüzeyi, dentin tübüllerinin tamamen tıkandığı ince bir hassasiyet giderici tabakası ile kaplanmıştır (83). TMD'nin uygulanmasından sonra dentin geçirgenliğinin, açıkta kalan kollajen ağından bağımsız olarak % 92'ye kadar azaldığı bildirilmiştir (83, 227).

Bu tez çalışmasında, TMD uygulanan örneklerden alınan SEM görüntülerinde dentin tübüllerinin çoğunun kapalı olduğu görülmektedir. Bu, literatürdeki çalışmalarla da uyumludur (83, 209, 227). Diğer grupların SEM görüntüleriyle karşılaştırıldığında, kapalı dentin tübüllerinin daha fazla olduğu görülmektedir (Resim 20). Ishihata ve ark. tarafından yapılan bir in vitro çalışmada, TMD uygulanan örneklerin SEM görüntüleri incelendiğinde, tüm dentin tübüllerinin kapatıldığı görülmektedir. İnce taneli kristaller, birkaç mikrometre derinliğe kadar gözlenmiştir (224). Machado ve ark. tarafından yapılan başka bir in vitro çalışmada, TMD'nin dentin geçirgenliğine etkisi ve tübül tıkaç etkinliği değerlendirilmiş ve TMD'nin dentin tübüllerini kısmen tıkadığı görülmüştür. Yapılan çalışmada, beş günlük erozyon/abrazyon döngüsü sonrası dentin geçirgenliği, kontrol grubundan önemli ölçüde farklı değildir ve SEM görüntülerinde dentin tübül ağızlarındaki çökeltilerin döngüden sonra uzaklaştırıldığı görülmüştür (209). Bunun aksine bizim çalışmamızda, erozyon/abrazyon döngüsü sonrası hala kapalı tübüllerin varlığı görülmektedir. Fakat TMD, erozyon/abrazyon döngüsü sonrası dentin yüzeyinde pürüzlülük artışını engelleyemedi. TMD uygulanan örneklerin yüzey pürüzlülüğü, erozyon/abrazyon döngüsü

sonrası tedavi sonrasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış gösterdi ($p<0,001$). Kontrol grubu ile arasında anlamlı fark yoktu ($p>0,05$). Bunun yanında, erozyon/abrazyon döngüsü sonrası kontrol grubu SEM görüntüleri ile karşılaştırıldığında yüzeyde meydana gelen bozulmanın azalmış olduğu görülmektedir (Resim 20a3, b3). Tübül tıkanıklığını devam ettirebilmesi ve yüzeyde meydana gelen düzensizlik oluşumunu azaltabilmesi TMD'nin kimyasal bileşimine bağlanabilir. Kalsiyum ve fosfat iyonları TTCP ve DCPA'dan çözünür ve materyalin sertleşmesi sırasında HA olarak çökeltirir. Oluşan HA'nın daha az çözünür olması erozyona dirençli bir tabaka oluşturabilir. TMD'nin in vitro tübül tıkaç etkinliği, klinik çalışmalarla da desteklenmiştir. Shetty ve ark. tarafından yapılan klinik çalışmada TMD, uygulama anında ve bir hafta sonra hassasiyeti azaltmayı başarmıştır (228). Mehta ve ark. tarafından yapılan altı aylık bir klinik çalışmada TMD'nin, hassasiyeti hızlı ve uzun süreli olarak engellediği gösterilmiştir (226).

Gluma Desensitizer (GD), %5 gluteraldehit ve %35 hidroksietil metakrilat (HEMA) içeren bir hassasiyet giderici ajandır. Gluteraldehit biyolojik bir fiksatif olduğu için, dentin sıvısında bulunan plazma proteinleri ile reaksiyonun bir etkisi olarak dentin tübüllerinin tıkanığı öne sürülmüştür (229). Gluteraldehit öncelikle dentin tübül sıvısındaki serum albüminiyle reaksiyona girerek albüminin çökmesine neden olur. Sonra gluteraldehit albüminle ikinci bir reaksiyona daha girerek HEMA'nın polimerizasyonunu sağlar (102). Gluteraldehitin dentin ile reaksiyonunda, içerdiği iki grup aldehit, dentin kollajeninin amino gruplarıyla birleşerek, proteinlerin çökmesine ve bir bariyer oluşturulmasına yol açar (192, 230). Oluşan bu bariyerin dentin tübüllerini tamamen kapatarak ya da daraltarak dentin hassasiyetini azalttığı ve dentin tübüllerinin tıkanmasına neden olan tıkaçların 200 µm derinliğe ulaşabildiği bildirilmiştir. (231).

Bu tez çalışmasında, GD ile tedavi edilen grupların SEM görüntüleri incelendiğinde dentin tübül girişlerinde tübül tıkaçlarına rastlanıldı, fakat tamamen tübüllerin tıkalı olduğu dentin görüntüsü mevcut değildi. Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası alınan SEM görüntülerinde, kapalı dentin tübüllerine rastlanmadı (Resim 25). Kolker ve ark. da yaptıkları bir in vitro çalışmada GD uygulanan dentin yüzeylerinde ince bir tabaka tespit etmişler fakat dentin tübüllerinin pek çoğunun açık olduğunu bildirmişlerdir (232). GD'nin asit erozyonuna direncinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir in vitro çalışmada servikal dentin yüzeyine GD uygulandıktan sonra asidik solüsyon uygulamasının (Coca Cola, pH: 3.15), GD'nin tamamen çözülmesine neden olduğu bildirilmiştir (233). João-Souza ve ark.

tarafından yapılan GD'nin dentin geçirgenliği ve tübül tıkaçları üzerindeki etkisini araştıran bir in vitro çalışmada, SEM görüntüleri incelendiğinde, GD ile tedavi sonrası kontrol grubuna benzer olarak açık dentin tübüllerinin çoğunlukta olduğu; ancak tübüllerin çapının daraldığı görülmüştür. Arayüz SEM görüntülerinde, dentin tübüllerinin girişini örten ve bunlara nüfuz eden ince bir tabaka gözlemlenmiştir. Beş günlük erozyon/abrazyon döngüsü sonrası açık dentin tübüleri çoğunlukta, fakat tübül ağzlarını örten bir tabaka gözlenmiştir. Döngüden sonra GD'nin kontrol grubuna göre daha düşük dentin geçirgenliği olduğu ve belli bir kimyasal ve mekanik dirence sahip olduğu gösterilmiştir (222). Bu sonuç, bazı klinik çalışmalarla da desteklenmiştir (226, 234, 235). Lopes ve ark. tarafından yapılan 18 aylık bir çalışma, GD ile tedavi edilen grubun hem hava hem de sond ile uyarıldığında ağrı seviyelerinin önemli ölçüde azaldığını göstermiştir (234). GD'nin altı aylık etkinliğinin değerlendirildiği başka bir klinik çalışma, GD'nin DH'yi azaltmada oldukça etkili olduğunu bildirmiştir (226). Bu tez çalışmasında, GD uygulanan örneklerin yüzey pürüzlülüğünde, erozyon/abrazyon döngüsü sonrası, uygulama sonrası değerler ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı artış görüldü ($p < 0,001$) ve kontrol grubu ile arasında anlamlı fark yoktu ($p > 0,05$). GD uygulaması, erozyon/abrazyon döngüsü sonrası yüzey pürüzlülüğündeki artışa engel olamadı. Fakat erozyon/abrazyon döngüsü sonrası SEM örnekleri, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında yüzeydeki düzensizliklerin azalmış olduğu görülmektedir (Resim 25a3, b3). SEM görüntüleri incelendiğinde tam olarak tıkalı dentin tübüllerine rastlanmamasına rağmen kontrol grubuna göre dentin yüzeyini erozyondan koruduğu görülmektedir. GD'nin SEM görüntülerinde tübül yüzeylerinde tıkaç oluşumuna sebep olmaması, tübül içlerinde plazma proteinleriyle aralarındaki reaksiyon mekanizmasına ve dentin dokusundaki fiksatif etkisine bağlı olabilir.

Enamelast (EN), %5'lik sodyum florür (NaF) içeren hassasiyet giderici ajandır. NaF ile kalsiyum iyonları arasındaki reaksiyon sonucu kalsiyum florür (CaF_2) kristalleri oluşur ve bu kristaller dentin tübüllerinde birikir (236). CaF_2 , asidin dış yüzeyi ile temasını engelleyen ve/veya bir florür rezervuarı görevi gören fiziksel bir bariyer gibi davranır (237). Bunun yanı sıra NaF'nin, CaF_2 ve florapatit oluşumu yoluyla dentin tübüllerindeki sıvı hareketlerini azalttığı da bilinmektedir (238). Yüksek konsantrasyonda flor içeren vernikler, uygulama sonrası kısa vadede oldukça tatmin edici sonuçlar sağlayan, en yaygın kullanılan ürünlerdir (18). Florür verniğinin kısa vadeli etkinliği literatürde gösterilmiştir, ancak uzun vadeli sonuçlar sorgulanmaktadır. Çünkü tükürük, CaF_2 kristallerini çözebilir ve hassas dişlerden kaynaklanan ağrı yeniden ortaya çıkabilir (18, 236, 239). İpçi ve ark.

tarafından yapılan altı aylık bir klinik çalışma, NaF uygulamasının DH'yi uzun vadede önleyemediğini ve hassasiyetin tekrar ortaya çıkabildiğini göstermiştir (193). Yapılan başka klinik çalışmalarda da NaF verniğinin uygulama sonrası hemen etki gösterdiği, fakat üç aylık kontrolde etkisinin olmadığı görülmüştür (125, 236). NaF'nin uzun vadede etkili olmaması, dentin tübüllerine tam bir adezyon olmadan mekanik olarak tutunmasına bağlanabilir. Dentin sıvısında NaF ve kalsiyum iyonları arasında meydana gelen reaksiyon sonunda CaF_2 kristalleri oluşur. Bu kristaller çap olarak küçük olduğundan (yaklaşık $0.05\mu\text{m}$), hassas dişlerde dentin tübüllerinin tam kapanmasında tek bir NaF uygulaması etkili olmayabilir (193).

Bu tez çalışmasında, EN uygulanan grupların SEM görüntüleri incelendiğinde dentin tübül ağzlarının genellikle açık olduğu fakat yer yer kapalı veya daralmış tübüllerin bulunduğu görülmektedir (Resim 30). Florür verniğin üretici talimatına göre dentin yüzeyinde 6 saat bekletildikten sonra yüzeyden uzaklaştırılması, verniğin etkinliğinin azalmasına sebep olabilir. İn vitro çalışmalarda, verniklerin diş sert dokularına uygulandıktan sonra analizler öncesi yüzeyden uzaklaştırılmaları, yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat verniklerin dentin yüzeylerinden uzaklaştırılması sırasında, tübül tıkaçları kısmen de olsa zarar görebilir (237, 240). Klinik bir ortamda florür verniği bu şekilde diş yüzeyinden uzaklaştırılamayacağı için, verniğin koruma kapasitesi artabilir. Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası SEM görüntülerinde, tübüllerin genellikle açık olduğu fakat hala kapalı tübüllerinde varlığı görülmektedir. Garofalo ve ark. tarafından %5'lik NaF verniği kullanılarak yapılan bir çalışmada, beş günlük erozyon/abrazyon döngüsü sonrası NaF'nin dentin tübüllerini tıkama yeteneğinin, kontrol grubu ile benzer olduğu gösterilmiştir. Fakat açık dentin tübül sayısı döngüden sonra, başlangıç değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Bu da dentin tübüllerinin bir kısmının vernik tarafından tıkandığını göstermektedir (210). Machado ve ark. tarafından yapılan benzer bir çalışma, NaF verniğinin beş günlük erozyon/abrazyon döngüsü sonrası tübül tıkaç etkinliğini devam ettiremediğini göstermiştir (209).

Çalışmamızda EN grubu, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında dentin tübül çaplarının daralmış olduğu görülmektedir (Resim 30). Bu durum, dentin tübül ağzlarında CaF_2 'ın birikmesinin sonucu olabilir. EN uygulanan örneklerin yüzey pürüzlülüğü değerlendirildiğinde erozyon/abrazyon döngüsü sonrası kontrol grubuyla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($p>0,05$). Fakat SEM

görüntüleriyle beraber değerlendirildiğinde, erozyon/abrazyon döngüsü sonrası hala kapalı dentin tübüllerinin bulunması ve yüzeydeki düzensizliklerin kontrol grubuna göre daha az olması sebebiyle EN'nin dentin yüzeyini kısmen koruduğu söylenebilir (Resim 30a3, b3). Alencar ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, erozyona uğratılmış yüzeye NaF verniği uygulanmış ve üç günlük erozyon/abrazyon döngüsü sonrası yüzey pürüzlülüğü ve SEM görüntüleri incelenmiştir. İncelenen SEM görüntülerinde dentin tübüllerinin ağızlarının kısmen tıkanmış olduğu görülmüştür. Buna rağmen, temassız profilometre fotomikroagrafları, NaF verniğinin erozyon/abrazyon döngüleri sırasında dentin yüzeyini tamamen koruyamadığını göstermiştir (241). Garofalo ve ark. tarafından yapılan çalışmada ise, bunun tersi olarak beş günlük erozyon abrazyon döngüsünden sonra önemli bir tübül tıkanıklığı sağlayamasa da, NaF verniğinin dentin kaybını önemli ölçüde azaltabilen bir ajan olduğu bildirilmiştir (210).

Clinpro White Varnish (CWV), tri-kalsiyum fosfat (TCP) içeren % 5'lik bir NaF verniğidir. Formülünde kalsiyum bulunması nedeniyle, daha yüksek CaF_2 çökeltme potansiyeli vardır. Sadece NaF içeren vernik uygulamalarında, dental sıvıdaki kalsiyum iyonları ile NaF arasında meydana gelen reaksiyonun sonunda oluşan CaF_2 kristallerinin çaplarının küçük (yaklaşık $0.05 \mu\text{m}$) olması, dentin tübüllerinin tıkanmasında yeterince etkili olmamasına sebep olabilir ve tekrarlanan uygulamalar gerektirebilir (242). Bu sınırlamanın üstesinden gelmek için, NaF'nin TCP ile kombinasyonu önerilmiştir (55, 193). Karlinsey ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, florürlü diş macununa TCP eklenmesinin hem mine hem de dentinde florür tutulmasını arttırdığı ve remineralizasyonu kolaylaştırdığı bildirilmiştir (74). TCP içeren ve içermeyen %5'lik NaF verniklerinin, süt diş minesinin mikro sertliği üzerindeki etkilerinin karşılaştırıldığı bir in vitro çalışmada, NaF'ye TCP ilave edilmesinin, verniğin koruyucu özelliğini önemli ölçüde arttırdığı bildirilmiştir (75).

Bu tez çalışmasında CWV uygulanan gruptan alınan SEM görüntülerinde, bazı dentin tübül ağızlarının daraldığı ve bazılarının tamamen tıkanmış olduğu, fakat açık dentin tübüllerinin çoğunlukta olduğu görülmektedir (Resim 35). CWV'nin tübül tıkaç etkinliği, dentin yüzeyinden üretici talimatına göre 24 saat bekletildikten sonra uzaklaştırılmasından dolayı azalmış olabilir. Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası alınan SEM görüntülerinde, hala kapalı dentin tübülleri mevcut olduğu görülmektedir (Resim 35). Bu durum Garofalo ve ark. tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarına benzerdir. Bu çalışmada, CWV

uygulanan örneklerde erozyon/abrazyon döngüsü sonrası, kapalı dentin tübüllerine rastlanmıştır, fakat açık dentin tübül sayısı kontrol grubundan farklı değildir. Yapılan profilometrik incelemede, CWV'nin eroziv aşınmaya karşı dentin yüzeyini korumayamadığı ve bu durumun dentine daha düşük tutunma göstermesine bağlı olabileceği belirtilmiştir (210). Yapılan başka bir in vitro çalışma, CWV uygulaması sonrası dentin tübüllerinin çaplarının önemli ölçüde daraldığını göstermiştir (242). Çalışmamızda erozyon/abrazyon döngüsü sonrası yapılan profilometrik incelemede, CWV kullanılan örneklerin yüzey pürüzlülüğü, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$). Fakat kontrol grubunun erozyon/abrazyon döngüsü sonrası SEM görüntüleriyle karşılaştırıldığında, yüzeydeki düzensizliklerin azaldığı görülmektedir (Resim 35a3, b3).

Bu tez çalışmasında TMD'nin, diğer DHGA'dan daha fazla tübül tıkaç etkinliği olduğu görülmektedir. Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası alınan SEM görüntülerinde, yüzeyde bozulma meydana geldiği fakat hala kapalı tübüllerin mevcut olduğu ve bozulmanın kontrol grubuna göre daha az olduğu görülmektedir. EN ve CWV karşılaştırıldığında birbirine benzer olarak dentin tübül ağzlarının genellikle açık olduğu fakat yer yer kapalı veya daralmış tübüllerin bulunduğu görülmektedir. Erozyon/ abrazyon döngüsü sonrası açık dentin tübülleri çoğunluktadır. GD'nin, dentin tübül girişlerinde bazı tübül tıkaçlarına sebep olduğu görülmektedir, fakat tamamen tübüllerin tıkalı olduğu dentin görüntüsü mevcut değildir. Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası alınan SEM görüntülerinde, kapalı dentin tübüllerine rastlanmamıştır.

Machado ve ark. tarafından yapılan TMD, CWV ve NaF verniğinin karşılaştırıldığı bir in vitro çalışmada, hassasiyet gidericilerin tübül tıkaç etkinliği incelenmiştir. Çalışmamız ile benzer olarak Scaramucci ve ark. tarafından kullanılan beş günlük erozyon/abrazyon döngüsü kullanılmıştır. Tübül tıkaç etkinlikleri karşılaştırıldığında, CWV ve NaF verniğinde TMD'ye göre daha fazla kapalı dentin tübülü sayısının mevcut olduğu bulunmuştur. Bu durum, verniklerin yüzeyde bir tabaka halinde bırakılmasına bağlı olabilir. Beş günlük erozyon/abrazyon döngüsü sonrası TMD, CWV ve NaF verniğinin SEM görüntüleri incelendiğinde, tübül tıkaç etkinliklerini devam ettiremedikleri görülmüştür. Gruplar arasında anlamlı bir fark yoktur (209). Bizim çalışmamızda CWV ve EN gruplarında, SEM görüntüleri alınmadan önce dentin yüzeylerindeki vernik tabakaları

yüzeyden uzaklaştırılmıştır. Bu nedenle bu gruplar SEM görüntülerinde TMD grubuna göre yeterli tübül tıkaç etkinliği gösterememiş olabilir.

Öncü ve ark. tarafından yapılan, TMD ve GD'nin tübül tıkaç etkinliği karşılaştırılan başka bir in vitro çalışmada, SEM görüntüleri incelendiğinde, TMD grubunda, GD grubuna göre daha fazla açık dentin tübülünün olduğu görülmüştür. Bizim çalışmamızın aksine GD'nin, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında dentin tübül tıkanıklığında önemli ölçüde daha etkili olduğu bulunmuştur (82).

Garofalo ve ark. tarafından yapılan, beş günlük erozyon/abrazyon döngüsü kullanılan başka bir çalışmada, CWV ve NaF verniği kullanılmıştır. DHGA'nın erozyon/abrazyon döngüsü sonrası yüzey pürüzlülükleri, hacim kayıpları ve tübül tıkaç etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Döngüden sonra NaF verniği önemli bir tübül tıkanıklığı sağlayamasa da dentin kaybını önemli ölçüde azaltabilmiştir. Formülünde kalsiyum ve florür bulunması nedeniyle, CWV'nin daha fazla CaF_2 oluşturması ve tübül tıkaç etkinliğinin NaF verniğinden daha iyi olması beklenmesine rağmen bu sonuç gözlenmemiştir. CWV döngüden sonra, dentin yüzeyinde bazı tübül tıkaçları göstermesine rağmen, açık dentin tübül sayısı kontrol grubundan farklılık göstermemiştir (210). Bizim çalışmamızda CWV ve EN, hem uygulama hem de erozyon abrazyon döngüsü sonrası benzer etkinlik göstermiştir.

Lazer teknolojisinin gelişmesiyle birlikte, DH için yeni bir tedavi seçeneği daha ortaya çıkmıştır. DH tedavisi için, düşük güç ve orta güçteki Nd:YAG, CO_2 , GaAlAs (Diyot), Er:YAG, Er, Cr:YSGG lazerler kullanılabilir. DH tedavisinde Nd:YAG ve CO_2 lazerlerin kullanımı termal yan etkileri nedeniyle sınırlıdır (171–173). CO_2 ve Nd:YAG lazerler karbonizasyon oluşturup dokuda erimelere sebep olduğundan protein denaturasyonu sonucu toksik madde oluşabilir ve dokularda termal olarak yapısal bozukluklar ve pulpada hasarlar meydana gelebilir. Bu yüzden araştırmacılar dentin hassasiyeti tedavisinde farklı lazer tiplerine yönelmişlerdir (174). Er, Cr:YSGG lazer, dalga boyunun ($2.78 \mu\text{m}$) verdiği spesifik özellikler nedeniyle pulpaya ve çevre dokulara zarar vermeden yumuşak ve sert dokuda kullanılabilen, orta güçteki lazer çeşididir. Er, Cr:YSGG lazer, sudaki yüksek Emilimi ve hidroksiapatit yapısında bulunan hidroksil radikalleri tarafından güçlü Emilimi nedeniyle, mine ve dentini kesebilen bir cihazdır. Çalışmalar Er, Cr:YSGG lazerin, lazer enerjisinin doku arayüzünde atomize su damlacıkları ile etkileşimi yoluyla hassas sert doku kesikleri oluşturabildiğini ve bunun da

dokunun ablasyonuna neden olduğunu göstermiştir (178, 243). Er, Cr:YSGG lazer ablasyon için sadece dokudaki mevcut suyu değil aynı zamanda ekzojenik suyu da kullanır. Dentin ablasyonunda ekzojen suyun, endojen sudan daha büyük bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (158, 178, 243, 244). Bu yüzden Er, Cr:YSGG lazeri çalışmamızda su olmadan kullandık. Ting ve ark., farklı güç çıkışlarında sulu ve susuz olarak çalıştıkları Er, Cr:YSGG lazeri tek köklü diş yüzeylerine uygulamış ve ışınlama sonrası morfolojik değişiklikleri incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçları, susuz grupta 0.5 W'da bile karbonizasyon meydana geldiğini göstermiştir (245). Bu durum da daha pürüzlü bir yüzey oluşmasına sebep olabilir. Bu yüzden bu tez çalışmasının enerji ayarları, karbonizasyon, erime ve yüzey pürüzlülüğünün meydana gelebileceği eşikten daha düşük olarak seçilmiştir ve 0,25 W'da çalışılmıştır. Çünkü pürüzlü bir yüzey plak birikimi için ortam oluşturabilir, DH'ye, çürüklere ve diş yüzeylerinde renklenmeye neden olabilir.

DH tedavisinde dentin tübüllerinin daraltılması ve kapatılması büyük rol oynamaktadır. Er, Cr:YSGG lazer emisyon dalga boyunun (2.78 μm) suda yüksek Emilimi, dentin tübül sıvısının buharlaştırılmasıyla dentin tübüllerinde çözünmeyen tuzların birikmesine neden olur. Bu birikimin, dentin tübüllerinin tıkanmasını ve DH'nin azaltılmasını sağladığı bildirilmiştir (158, 173). Gholami ve ark. tarafından yapılan çalışmada, Er, Cr:YSGG lazerin peritübüler dentini eritebildiği, dentin tübüllerini kısmen veya tamamen tıkayabildiği ve bu nedenle hastaların hassasiyet semptomlarını azaltabildiği gösterilmiştir (246). Bu tez çalışmasında, Er, Cr:YSGG lazer uygulanan örneklerden alınan SEM görüntülerinde, literatüre uygun olarak, genel olarak dentin tübüllerinin kapalı ve daralmış olduğu görülmektedir (Resim 18).

João-Souza ve ark. tarafından yapılan bir in vitro çalışmada, GD, NaF verniği, Nd:YAG lazer ve Er, Cr:YSGG lazerin beş günlük erozyon/abrazyon döngüsü sonrası dentin geçirgenliğine ve tübül oklüzyonuna etkisi incelenmiştir. Yapılan bu çalışmada, NaF verniği uygulanan örnek yüzeylerinin, düzensiz bir vernik tabakasıyla tamamen kaplandığı ancak bazı açık tübüllerin varlığı görülmüştür. Döngüden sonra tübüllerin geneli açıktır. GD uygulanan grupta, birçok açılmış dentin tübülü görülen yüzeyler kontrol grubundan farklı değildir; ancak tübüllerin çapının kontrol grubu ile karşılaştırıldığında daha küçük olduğu tespit edilmiştir. Döngüden sonra açılan dentin tübülleri daha fazladır; fakat yine de tübüllerin girişini örten bir tabaka varlığı görülmektedir. Nd:YAG lazer uygulanan örneklerde açık dentin tübülleri görülmüştür. Fakat lazerin uygulandığı

alanlarda tamamen ve kısmen tıkalı dentin tübülleri ve dentin erimesini düşündüren yeni bir yüzey topografyasına sahip alanlar da gözlemlenmiştir. Döngüden sonra dentin tübüllerinde küçük düzensiz birikintiler hala mevcuttur. Er, Cr:YSGG lazer uygulanan grupta, Nd:YAG lazer grubunda dentin yüzey topografyasında meydana gelen düzensizlikler görülmemiştir. Birçok dentin tübülünün açık olduğu, ancak tübüllerin içinde kısmen tıkanmış küçük birikintilerin varlığı tespit edilmiştir. Döngü sonrası, bu birikintiler azalmış ve dentin tübülleri öncekinden daha geniş açılmıştır. Dentin geçirgenlikleri incelendiğinde, tedavi sonrası ve döngü sonrası sadece GD uygulanan örnekler kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha az dentin geçirgenliği göstermiştir. Er, Cr:YSGG lazer, tedavi sonrası ve beş günlük erozyon/abrazyon döngüsü sonrası kontrol grubuna göre dentin geçirgenliğinde önemli bir fark gösterememiştir. Bunun nedeni, lazerin tüm dentin yüzeyini homojen olarak uygulanamaması olabilir (222).

Bu tez çalışmasında, erozyon/abrazyon döngüsü sonrası Er, Cr:YSGG lazer kullanılan örneklerin SEM görüntülerinde, kapalı dentin tübüllerinin çoğunlukta olduğu görülmektedir. Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası, kontrol grubu SEM görüntüleriyle karşılaştırıldığında yüzeydeki bozulmanın azaldığı görülmektedir (Resim 18a3, b3). Profilometrik analiz sonuçlarına baktığımızda tedavi sonrası, başlangıç değerlerine göre yüzey pürüzlülüğü artmıştır ve yüzeyde çatlaklar, düzensizlikler meydana gelmiştir. Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası yüzey pürüzlülüğü değerlerinde, tedavi sonrası değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı artış vardır ($p<0.001$). Bu durum lazer uygulaması sonrası meydana gelen çatlakların eroziv ve abraziv faktörlere daha duyarlı olmasından kaynaklanabilir.

Er, Cr:YSGG lazerin, DH üzerindeki etkisi üzerine sınırlı sayıda klinik çalışma mevcuttur. Yılmaz ve ark. tarafından yapılan klinik çalışmada, Er,Cr:YSGG lazerin tek bir tedaviden sonra hassasiyet giderici etki gösterdiği ve herhangi bir yan etki olmaksızın 3 ay etkisini sürdürdüğünü gösterilmiştir (158). Yapılan başka bir klinik çalışmada DH şikayeti olan dişlerde Er,Cr:YSGG lazer ve nano-karbonat apatitin (n-cap) etkileri karşılaştırmış ve 4 hafta sonra, iki yöntemin de hassasiyet giderici etkileri olduğu, ancak Er,Cr:YSGG lazerin ilk iki hafta boyunca daha üstün bir hassasiyet giderici etkiye sahip olduğu, buna karşın n-cap'in hassasiyet giderici etkisini daha uzun bir süre koruduğu bildirilmiştir (247). Pourshahidi ve ark. tarafından yapılan klinik çalışmada Er, Cr:YSGG lazer, hassasiyet

giderici etkisini 1 ay boyunca sürdürmüştür (248). DH tedavisi için lazer uygulama protokolleri arasında farklılıklar olması nedeniyle çalışmaları karşılaştırmak zordur.

Son yıllarda DH hassasiyeti prevalansında meydana gelen artış dikkate alındığında, uzun vadeli etkinlik gösteren alternatif tedavilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle DH tedavisinde, DHGA ve lazerlerin kombine uygulanmaları gündeme getirilmiştir (235).

Bu tez çalışmasında Er, Cr:YSGG lazer, DHGA ile kombine olarak da kullanılmış ve tübül tıkaç etkinlikleri ve yüzey pürüzlülükleri incelenmiştir. Tek başına kullanılan DHGA'nın tübül tıkaç etkinliği ile karşılaştırıldığında lazer ile kombine olarak uygulanan gruplarda kapalı dentin tübülleri çoğunlukta olduğu görülmektedir. Lazer ile kombine olarak DHGA'nın kullanıldığı gruplarda, erozyon/abrazyon döngüsü sonrası SEM görüntüleri incelendiğinde, tübül tıkaç etkinliklerinin hala devam ettiği görülmektedir. Elde edilen sonuçlar, lazer ile kombine tedavilerin dentin tübül oklüzyonunda, yalnızca DHGA'nın kullanımına kıyasla önemli ölçüde daha etkili olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar literatürle uyumlu görünmektedir (187, 193). Ancak DHGA dentin yüzeyinde hasar oluşturmazken, lazer uygulamasının dentin yüzeylerinde bazı morfolojik değişikliklere neden olabileceği görülmüştür (Resim 18b1). Lazer uygulanan grupların yüzey pürüzlülükleri istatistiksel olarak anlamlı bir artış göstermiştir ($p<0.05$).

TMD ve GD'nin, Er:YAG lazer ile kombine kullanıldığı Öncü ve ark. tarafından yapılan bir in vitro çalışmada, Er:YAG ile kombine olarak TMD ve GD kullanılmasının, tek başına lazer veya tek başına DHGA'nın kullanımından daha avantajlı olduğu bulunmuştur. Dentin tübüllerinin tıkanma oranları, DHGA ve lazerin kombine kullanıldığı gruplarda daha yüksektir. Karşılaştırmalı sonuçlara göre en iyi dentin tübül tıkanması GD ile kombine edilen lazer uygulamasında görülmüştür. Ancak GD ve TMD'nin tek başına kullanımının, lazer tedavisinin aksine dentin yüzeyine zarar vermediği görülmüştür. AFM kullanılarak yapılan gözlemlerde Er:YAG lazerle kombine kullanılan grupların, çıkıntılar ve oluklarla karakterize edilen çok pürüzlü bir yüzey gösterdiği ve dentin tübüllerinin içinde belirgin çatlaklar ve kraterler görüldüğü belirtilmiştir (82). Lopes ve ark. tarafından yapılan GD ve Nd: YAG lazerin tek başına ve kombine olarak kullanıldığı bir klinik çalışmada, DH'nin ortadan kalktığı bildirilen tek grubun Nd:YAG lazerin GD ile kombine kullanıldığı grup olduğu bildirilmiştir (231). Çalışmamızda GD grubu ile GD-L grubunun SEM görüntüleri karşılaştırıldığında, lazer uygulanan grupta tübül tıkaç etkinliği önemli derecede artmıştır (Resim 29). Fakat TMD-L grubu ile TMD grubunun SEM görüntüleri

karşılaştırıldığında, TMD grubunda kapalı dentin tübüllerinin TMD-L grubundan daha fazla olduğu görülmektedir (Resim 24). Erozyon abrazyon döngüsü sonrası iki grup da tübül tıkaç etkinliğini devam ettirmiştir (Resim 24 ve 29). Yüzey pürüzlülüğü değerlerine baktığımızda, her iki grupta da başlangıç değerlerine göre, tedavi sonrası ($p<0.05$) ve erozyon/abrazyon döngüsü sonrası ($p<0.001$) istatistiksel olarak anlamlı bir artış olmuştur.

Çalışmalar, florür ile birlikte lazer uygulamalarının florürün etkisini artırabileceğini kanıtlamıştır (193, 249, 250). Lazer ve florürün kombine uygulanma mekanizmasını analiz etmek için yapılan bir in vitro çalışmada, florür ile beraber lazer uygulandığında, kök dentinde florür penetrasyonunun daha iyi olduğu ve bunun da demineralizasyonun inhibisyonu ile sonuçlandığı gözlemlenmiştir (249). Nd:YAG lazer ve NaF verniğinin kombine kullanımından sonra çoğu dentin tübülünün (%90'nın üzerinde) tıklandığını gözlemleyen Lan ve ark. tarafından benzer sonuçlar rapor edilmiştir (250). Kumar ve Mehta yaptıkları bir klinik çalışmada, Nd:YAG lazer uygulamasının NaF verniği ile kombine uygulanmasından hemen sonra, soğuk hava üfleme skorlarında % 83'lük bir düşüşün meydana geldiğini bildirmiştir (194). Arantes ve ark. tarafından yapılan çalışmada, Er, Cr:YSGG lazer kullanılmıştır ve lazerin NaF verniği ile kombine kullanımında daha etkili olduğu gösterilmiştir. Bu durum dentin yüzeyindeki iyon birleşiminin, yüzeyi asitlere karşı daha dirençli hale getirerek, tedavinin etkisini arttırmasına bağlı olabilir (181). Bu sonuç Geraldo-Martins ve ark. tarafından yapılan çalışmanın sonuçları ile de uyumludur (251). Çalışmamızda EN ve EN-L uygulanan grupların SEM görüntülerini karşılaştırdığımızda, lazer uygulanan grupta tedavi sonrası daha fazla dentin tübülünün kapalı olduğu görülmektedir. Benzer şekilde erozyon/abrazyon döngüsü sonrası lazer uygulanan grupta, daha fazla kapalı dentin tübülünün mevcut olduğu, fakat EN'in tek başına uygulandığı grupta dentin tübüllerinin çoğunun açıldığı görülmektedir (Resim 34). Yüzey pürüzlülüğünü incelediğimizde, EN-L grubunda başlangıç değerlerine göre, hem tedavi sonrası hem de erozyon/abrazyon döngüsü sonrası istatistiksel olarak anlamlı artış olmuştur ($p<0.001$).

Tosun ve ark. tarafından yapılan CWV ve Nd:YAG lazerin kombine uygulandığı bir in vitro çalışmada, DHGA ve lazerin kombine kullanımı dentin tübüllerinin çoğunun tıklandığı bir yüzey yapısına yol açmıştır. CLSM kullanılarak CWV'nin penetrasyon derinliği incelendiğinde yaklaşık 13 μ m bulunmuştur. Ancak Nd:YAG lazer uygulaması ile birleştirildiğinde, penetrasyon derinliğinin önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. Nd:YAG

lazer uygulamasının ardından dentin yüzeyinin erimesinin, CWV'nin daha derine nüfuz etmesini engellemiş olabileceği düşünülmüştür (242). Çalışmamızda CWV ve CWV-L uygulanan grupların SEM görüntülerini karşılaştırdığımızda, lazer uygulanan grupta tek başına CWV uygulanan gruba göre, tedavi sonrası daha fazla dentin tübülünün kapalı olduğu görülmektedir. Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası lazer uygulanan grupta, daha fazla kapalı dentin tübüllerinin var olduğu, fakat tek başına CWV uygulanan grupta dentin tübüllerinin çoğunluğunun açıldığı görülmektedir (Resim 39). Yüzey pürüzlülüğünü incelediğimizde, CWV-L grubunda başlangıç değerlerine göre, hem tedavi sonrası ($p<0.05$) hem de erozyon/abrazyon döngüsü sonrası ($p<0.001$) istatistiksel olarak anlamlı artış olmuştur.

Bu tez çalışmasında SEM görüntülerinden elde edilen sonuçlar, lazer uygulamalarının dentin tübül tıkaç etkinliğinin yalnızca hassasiyet giderici ajanların kullanımına kıyasla daha fazla olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar literatürle uyumludur (82, 187, 231). Ancak DHGA'nın tek başına uygulandığı gruplara göre lazer ile kombine edilen gruplarda yüzey düzensizliklerinin artmış olduğu görülmüştür. Yine de kontrol grubu SEM görüntüleriyle karşılaştırıldığında, lazerle kombine gruplarda yüzeydeki bozulmanın azaldığı görülmektedir.

Yüzey pürüzlülüğü değerleri karşılaştırıldığında, tek başına DHGA'nın kullanıldığı gruplar arasında erozyon/abrazyon döngüsü sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu. Ancak tek başına DHGA'nın kullanıldığı gruplar ile kontrol grubu karşılaştırıldığında, erozyon/abrazyon döngüsü sonrası en yüksek yüzey pürüzlülüğüne sahip olan grubun kontrol grubu olduğu görüldü. SEM görüntüleri karşılaştırıldığında dentin yüzeylerindeki bozulma, kontrol grubuna göre tek başına DHGA'nın kullanıldığı gruplarda daha azdı. Bu bulgular klinik olarak dentin yüzeyini erozyon/abrazyondan korumak için, koruyucu ve önleyici tedavilerin kullanımının önemini vurgular.

Çalışmamızda, lazer uygulamasının erozyon/abrazyon sonrası yüzey pürüzlülüğünde artışa neden olduğu bulundu. Er, Cr:YSGG lazer kullanılan grupların yüzey pürüzlülük değerlerinde, tedavi sonrasında başlangıç değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış görülmektedir ($p<0.05$) ve erozyon/abrazyon döngüsü sonrası bu artış daha da yükselmiştir ($p<0.001$). Lazer uygulamasının etkinliği, lazer dalga boyu ve enerji çıkışı ve dentin yüzey koşulları (kuru veya ıslak) gibi birçok faktörden etkilenmiş olabilir. SEM görüntüleri incelendiğinde lazer uygulamasının dentin yüzeyinde çatlaklara

sebepe olduğu görülmektedir (Resim 18). Bu çatlaklar, dentin yüzeyini erozyon ve abrazyona karşı daha duyarlı hale getirebilir. Bu durum döngü sonrası yüzey pürüzlülüğünde önemli bir artışa sebep olmuştur.

Erozyon/abrazyon sonrası, TMD-L, EN-L ve CWV-L gruplarının yüzey pürüzlülüğü tek başına Er, Cr:YSGG lazerle karşılaştırıldığında anlamlı bir azalma göstermiştir ($p<0.001$). Bu durum, bu ajanların uygulama sonrası dentin yüzeyinde oluşturduğu tabakanın varlığına bağlı olarak lazerin yüzeye daha az zarar vermesine bağlı olabilir.

Aranter ve ark. tarafından yapılan bir in vitro çalışmada, Er, Cr:YSGG lazer (0,5 W, 5 Hz, %55 hava, %0 su) ve lazerle kombine olarak DHGA kullanılmış, erozyon döngüsü sonrası aşınma profili incelenmiştir. Er, Cr:YSGG lazer tek başına uygulandığında veya DHGA ile birlikte uygulandığında dentin yüzeyinde daha az madde kaybına neden olduğu bildirilmiştir (181). Aranter ve ark. tarafından yapılan bir in vitro çalışmada, Er, Cr:YSGG lazer 0,25 W, 0,5 W ve 0,75 W'da kullanılmış ve 0,75 W üzerinde kullanan Er, Cr:YSGG lazer protokollerinin bir dereceye kadar karbonizasyon gösterdiği bulunmuştur. Fakat daha düşük parametrelerin kullanıldığı uygulamalarda, yüzeyde görünür bir değişiklik göstermemiştir (252). Bu tez çalışmasında kullanılan lazer gücü 0,25 W olup, literatürde karbonizasyon görüldüğü bildirilen çalışmalardaki parametrelere göre daha düşük bir parametredir (245, 252). Fakat yine de erozyon/abrazyon döngüsü sonrası yüzey pürüzlülüğündeki artışı engelleyememiştir. Döngü sonrası dentin yüzeyinde pürüzlülükte artışa rağmen tübül tıkaç etkinliğinin hala devam etmesinin sebebi, lazerin oluşturduğu tübül tıkaçlarının dentin yüzeyine nazaran erozyon ve abrazyona daha dirençli hale gelmesi olabilir.

Farklı etki mekanizmalarına sahip DHGA'nın ve Er, Cr:YSGG lazerin, erozyon/abrazyon döngüsüne karşı dayanıklılığının belirlenmesinin in vitro olarak incelendiği bu tez çalışmasında, dentin yüzeylerinde ajanların, lazerin ve bunların kombine uygulanmasının yüzey pürüzlülüğüne etkisi ve tübül tıkaç etkinliği incelenmiştir. Çalışma sonuçlarındaki farklılıklar, in vitro çalışmaların sonuçlarını etkileyen çok fazla sayıda deneysel değişkenin bulunmasından, farklı DHGA'nın kullanılmasından, farklı lazer tiplerinin ve uygulanan parametrelerin dokuda farklı etkiler oluşturmamasından, demineralizasyon için kullanılan asit türünün, pH'sının ve deney döngüsü sürelerinin

çeşitlilik göstermesinden ve farklı değerlendirme yöntemleri kullanılmasından kaynaklanmış olabilir.

Bu in vitro çalışmanın sınırlamalarından biri, çalışmada DHGA'nın ve lazerin hem SEM incelemeleri hem de profilometrik analizlerinin erken dönemdeki etkisi belirlenmiş olup uzun dönem etkisinin incelenmemesi ve sonuçların sadece deneysel olarak değerlendirilmesidir. Ayrıca çalışmamızda, bileşiminde kalsiyum içeren yapay tükürük kullanılmıştır. Yapay tükürük, doğal tükürüğünün enzimatik ve mikrobiyolojik etkilerini gösteremez. Doğal tükürük ağız ortamında diş yüzeylerinde pelikül oluşturarak erozyon ve abrazyona karşı diş yüzeylerini koruyabilir. Yapay tükürük de içeriğinde kalsiyum bulunması nedeniyle test edilen DHGA'nın etkisini artırabilir (210). Bununla birlikte, incelenen tüm gruplara aynı deneysel koşullarda işlem yapılmış, tükürük bileşimi ve daldırma süreleri sabit tutulmuştur. Bu çalışmada sadece tübül tıkaç etkinliği ve yüzey pürüzlülüğünde meydana gelen değişimleri değerlendirmek için SEM incelemesi ve profilometrik analiz yapılmıştır. Sonraki çalışmalarda DHGA ve lazerlerin, diş sert dokularının yüzey özelliklerinde meydana getirdiği değişimleri incelemek için farklı tekniklerin kullanımı literatüre katkı sağlayacaktır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı etki mekanizmalarına sahip DHGA'nın ve Er, Cr:YSGG lazerin, erozyon/abrazyon döngüsüne karşı dayanıklılığının belirlenmesinin in vitro olarak incelendiği bu tez çalışmasının sonuçlarına göre;

1. Yapılan profilometrik incelemede, Teethmate Desensitizer, Gluma Desensitizer, Enamelast ve Clinpro White Varnish'in tek başına kullanımı dentin yüzeyinde pürüzlülük artışına sebep olmamıştır.

2. DHGA'nın tek başına kullanıldığı grupların SEM görüntüleri incelendiğinde, Teethmate Desensitizer'in dentin tübüllerini tamamen tıkadığı, Enamelast ve Clinpro White Varnish'in birbirine benzer olarak, bazı dentin tübüllerinin tıkanmasına ve bazı dentin tübül ağzlarının daralmasına sebep olsa da dentin tübül ağzlarının genellikle açık kaldığı ve Gluma Desensitizer'in, dentin tübül girişlerinde bazı tübül tıkaçlarına sebep olduğu, fakat tübüllerin tamamen tıkanmasını sağlayamadığı görülmüştür.

3. Tek başına Er, Cr:YSGG lazer uygulaması, dentin yüzeyinde pürüzlülük artışına sebep olmuştur.

4. Tek başına Er, Cr:YSGG lazer uygulanan grubun SEM görüntüleri incelendiğinde, yüzeyde çatlaklar ve düzensizlikler meydana gelmiştir fakat dentin tübülleri çoğunlukla tıkanmış ve daralmıştır.

5. Er, Cr:YSGG lazer ve DHGA'nın kombine kullanılması dentin yüzeyinde pürüzlülük artışına sebep olmuştur.

6. Er, Cr:YSGG lazer ve DHGA'nın kombine kullanıldığı grupların SEM görüntüleri incelendiğinde, Er, Cr:YSGG lazer ve DHGA'nın kombine kullanılmasının, tek başına DHGA'nın kullanımından daha fazla tübül tıkaç etkinliğine sebep olduğu görülmüştür.

7. Erozyon/abrazyon döngüsü sonrası değerlendirmelerde, tek başına DHGA'nın kullanımı, dentin yüzeylerinin pürüzlülüğünde meydana gelen artışa engel olamamıştır.

8. SEM görüntüleri incelendiğinde, erozyon/abrazyon döngüsü sonrası Teethmate Desensitizer'in bazı tübül tıkaçlarını koruduğu, Enamelast ve Clinpro White Varnish grubunda birbirine benzer olarak, açık dentin tübüllerinin çoğunlukta olduğu ve Gluma Desensitizer'in, tübül tıkaç etkinliğini devam ettiremediği görülmüştür. Fakat tüm gruplar,

kontrol grubu ile karşılaştırıldığında erozyon/abrazyon döngüsü sonrası dentin yüzeylerinde meydana gelen düzensizlikleri engellemişlerdir.

9. Er, Cr:YSGG lazer uygulanan örneklerde, erozyon/abrazyon döngüsü sonrası yüzey pürüzlülüğündeki artış dikkat çekicidir. Bu durum yüzeyin lazer uygulaması sonrası erozyon ve abrazyona daha duyarlı hale geldiğini göstermektedir. Fakat SEM görüntüleri incelendiğinde, tübül tıkaç etkinliği kısmen de olsa hala devam etmektedir.

10. Er, Cr:YSGG lazer ve DHGA'nın kombine kullanılması, erozyon/abrazyon döngüsü sonrası yüzey pürüzlülüğünde meydana gelen artışı engelleyememiştir. Fakat SEM görüntüleri incelendiğinde, erozyon/abrazyon döngüsü sonrası Er, Cr:YSGG lazer ve DHGA'nın kombine kullanıldığı gruplar, tübül tıkaç etkinliklerini kısmen devam ettirmişlerdir.

Toplumda DH şikayeti görülen bireylerin giderek artması, DH tedavi protokollerinde yeni arayışları arttırmıştır. DH prevalansının gelecekte, yeme-içme alışkanlıklarının değişmesi ve asidik gıda alımına bağlı olarak meydana gelen dentin erozyonunun artması ile özellikle genç yaş gruplarında daha da yaygın düzeyde olacağı düşünülmektedir. Çeşitli yaşam tarzı değişiklikleri ve yeni beslenme alışkanlıklarının ortaya çıkması, bugün birçok birey için eroziv süreçler nedeniyle sert diş dokularının kaybına neden olabilmektedir. Erozyon/ abrazyondaki artışla beraber DH'nin tedavisi daha da önem kazanacak ve erozyon/abrazyondaki artışı engelleyecek tedavilere olan ihtiyaç artacaktır. Bu nedenle, daha güvenilir sonuçlar elde edilebilmesi ve etkili tedavilerin tespit edilebilmesi için farklı ajanların kullanıldığı, farklı lazer tipleriyle kombine edildiği, erken dönem ve geç dönem etkilerinin karşılaştırıldığı, daha fazla sayıda in vitro ve klinik çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

7. KAYNAKLAR

1. Byers MR (1984). Dental sensory receptors. *International Review of Neurobiology* 25: 39–94.
2. Pashley DH (1996). Dynamics of the pulpo-dentin complex. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine* 7: 104–133.
3. Linde A, Goldberg M (1993). Dentinogenesis. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine* 4: 679–728.
4. Boushell LW, Sturdevant JR (2019). *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*, Seventh Ed. (A. V. Ritter, L. W. Boushell, & R. Walter, editors) (Vol. 53), Elsevier.
5. Manisalı Y, Koray F (1982). *Ağız-Diş Embriyolojisi ve Histolojisi*, İstanbul Yenilik Basımevi.
6. Kawasaki K, Tanaka S, Ishikawa T (1979). On the daily incremental lines in human dentine. *Archives of Oral Biology* 24: 939–943.
7. Murray PE, About I, Lumley PJ, Franquin JC, Remusat M, Smith AJ (2000). Human odontoblast cell numbers after dental injury. *Journal of Dentistry* 28: 277–285.
8. Kawashima N, Okiji T (2016). Odontoblasts: Specialized hard-tissue-forming cells in the dentin-pulp complex. *Congenital Anomalies* 56: 144–153.
9. Abd-Elmeguid A, Yu DC (2009). Dental pulp neurophysiology: Part 1. Clinical and diagnostic implications. *Journal of the Canadian Dental Association* 75: 55–59.
10. Demi M, Delmé KIM, De Moor RJG (2009). Hypersensitive Teeth : Conventional vs Laser Treatment Part I : Conventional Treatment of Dentin Hypersensitivity. *The Journal of Oral Laser Applications* 9: 7–20.
11. Bender IB (2000). Pulpal Pain Diagnosis-A Review. *Journal of Endodontics* 26: 175–179.
12. Byers MR, Narhi MVO (1999). Dental Injury Models: Experimental Tools for Understanding Neuroinflammatory Interactions and Polymodal Nociceptor Functions. *Critical Review Oral Biologic Medicine* 10: 4–39.
13. Pashley DH (1987). Regional Variability In The Permeability Of Human Dentine. *Archives of Oral Biology* 32: 519–523.
14. Pashley DH (1988). Consideration of dentine permeability in cytotoxicity testing. *International Endodontic Journal* 21: 143–154.
15. Tziafas D, Smith AJ, Lesot H (2000). Designing new treatment strategies in vital pulp therapy. *Journal of Dentistry* 28: 77–92.
16. Ulu KG, Kırzioğlu Z (2012). Dentin Geçirgenliği ve Dentin Geçirgenliğini Etkileyen Faktörler: Derleme. *Atatürk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 6: 60–65.
17. 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: 221–226.

18. Gillam DG, Orchardson R (2006). Advances in the treatment of root dentine sensitivity: mechanisms and treatment principles. *Endodontic Topics* 13: 13–33.
19. Litonjua LA, Andreana S, Bush PJ, Tobias TS, Cohen RE (2003). Noncarious cervical lesions and abfractions: A re-evaluation. *Journal of the American Dental Association* 134: 845–850.
20. Addy M (2002). Dentine hypersensitivity: new perspectives on an old problem. *International Dental Journal* 52: 367–375.
21. Bou Chebel F, Zogheib CM, Baba NZ, Corbani KA (2018). Clinical Comparative Evaluation of Nd:YAG Laser and a New Varnish Containing Casein Phosphopeptides-Amorphous Calcium Phosphate for the Treatment of Dentin Hypersensitivity: A Prospective Study. *Journal of Prosthodontics* 27: 860–867.
22. Porto ICCM, Andrade AKM, Montes MAJR (2009). Diagnosis and treatment of dentinal hypersensitivity. *Journal of Oral Science* 51: 323–332.
23. Dababneh RH, Khouri AT, Addy M (1999). Dentine hypersensitivity — an enigma? a review of terminology , epidemiology , mechanisms , aetiology and management. *British Dental Journal* 187: 606–611.
24. Miglani S, Aggarwal V, Ahuja B (2010). Dentin hypersensitivity: Recent trends in management. *Journal of Conservative Dentistry* 13: 218.
25. Bartold PM (2006). Dentinal hypersensitivity: A review. *Australian Dental Journal* 51: 212–218.
26. Favaro Zeola L, Soares PV, Cunha-Cruz J (2019). Prevalence of dentin hypersensitivity: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry* 81: 1–6.
27. Clayton DR, McCarthy D, Gillam DG (2002). A study of the prevalence and distribution of dentine sensitivity in a population of 17-5 8-year-old serving personnel on an RAF base in the Midlands. *Journal of Oral Rehabilitation* 29: 14–23.
28. Zero DT, Lussi A (2005). Erosion - Chemical and biological factors of importance to the dental practitioner. *International Dental Journal* 55: 285–290.
29. Bevenius J, Lindskog S, Hultenby K (1994). The micromorphology in vivo of the buccocervical region of premolar teeth in Young adults: A replica study by scanning electron microscopy. *Acta Odontologica Scandinavica* 52: 323–334.
30. Attar DN, Korkmaz Y (2006). Dentin Aşırı Hassasiyeti. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi* 30: 83–91.
31. Osborne-Smith KL, Burke FJT, Wilson NHF (1999). The aetiology of the non-carious cervical lesion. *International Dental Journal* 49: 139–143.
32. Zero DT (1996). Etiology of dental erosion-extrinsic factors. *European Journal of Oral Sciences* 104: 162–177.
33. Batista GR, Torres CRG, Sener B, Attin T, Wiegand A (2016). Artificial saliva formulations versus human saliva pretreatment in dental erosion experiments. *Caries Research* 50: 78–86.
34. Imfeld T (1996). Dental erosion. Definition, classification and links. *European Journal of Oral Sciences* 104: 151–155.

35. Kielbassa AM (2002). Dentine hypersensitivity: Simple steps for everyday diagnosis and management. *International Dental Journal* 52: 394–396.
36. Shiau HJ (2012). Dentin hypersensitivity. *Journal of Evidence-Based Dental Practice* 12: 220–228.
37. Vieira, A.H. and Santiago SL (2009). Management of Dentinal hypersensitivity. *General Dentistry* 57: 120–126.
38. West NX (2008). Dentine hypersensitivity: preventive and therapeutic approaches to treatment. *Periodontology 2000* 48: 31–41.
39. Brännström M, A. A (1972). The hydrodynamics of the dentine; its possible relationship to dentinal pain. *International Dental Journal* 2: 219–227.
40. Brännström M, Johnson G, Nordenvall KJ (1979). Transmission and control of dentinal pain: resin impregnation for the desensitization of dentin. *Journal of the American Dental Association* 99: 612–618.
41. Orchardson R, Cadden SW (2001). An update on the physiology of the dentine-pulp complex. *Dental Update* 28: 200–209.
42. Pashley DH (1992). Dentin Permeability and Dentin Sensitivity. *Proceedings of the Finnish Dental Society* 88: 31–7.
43. Brännström M, Lindén LA, Aström A (1967). The Hydrodynamics of the Dental Tubule and of Pulp Fluid. *Caries Research* 1: 310–317.
44. Yilmaz HG, Bayindir H, Cengiz E, Berberoğlu A (2012). Dentin hassasiyeti ve tedavi yöntemleri. *Cumhuriyet Dental Journal* 15: 71–82.
45. West NX (2007). The dentine hypersensitivity patient – a total management package. *International Dental Journal* 57: 411–419.
46. Holland G., Narhi M., Addy M, Gangarosa L, Orchardson R (1997). Guidelines for the design and conduct of clinical trials on dentine hypersensitivity. *Journal of Clinical Periodontology* 24: 808–813.
47. Ricarte JM, Matoses VF, José V, Llacer F, Juan A, Fernández F (2008). Dentinal sensitivity: Concept and methodology for its objective evaluation. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal* 13: 201–206.
48. Özyurt E (2017). Dentin Hassasiyeti Tanı ve Tedavi Yöntemleri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2: 253–262.
49. Al-Sabbagh M, Harrison E, Thomas M V. (2009). Patient-Applied Treatment of Dentinal Hypersensitivity. *Dental Clinics of North America* 53: 61–70.
50. Davari A, Ataei E, Assarzadeh H (2013). Dentin hypersensitivity: etiology, diagnosis and treatment; a literature review. *Journal of dentistry (Shiraz, Iran)* 14: 136–45.
51. Gillam DG (2017). A New Perspective on Dentine Hypersensitivity – Guidelines for General Dental Practice. *Dental Update* 44: 33–42.
52. Haywood VB (2002). Dentine hypersensitivity: bleaching and restorative considerations for successful management. *International Dental Journal* 52: 376–384.

53. Peacock JM, Orchardson R (1995). Effects of Potassium Ions on Action Potential Conduction in A- and C-Fibers of Rat Spinal Nerves. *Journal of Dental Research* 74: 634–641.
54. Gillam DG, Seo HS, Bulman JS, Newman HN (1999). Perceptions of dentine hypersensitivity in a general practice population. *Journal of Oral Rehabilitation* 26: 710–714.
55. Orchardson R, Gillam DG (2006). Managing dentin hypersensitivity. *The Journal of the American Dental Association* 137: 990–998.
56. Grossman L (1935). A systematic method for the treatment of hypersensitive dentine. *The Journal of the American Dental Association* 22: 592–602.
57. Tarbet W, Buckner A, Stark M, Fratarcangelo P, Augsburger R (1981). The pulpal effects of brushing with a 5 percent potassium nitrate paste used for desensitization. *Oral Surgery, Oral Medicine, And Oral Pathology* 51: 600–602.
58. Frechoso S, Menendez M, Guisasola C, Arregui I, Tejerina J, 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: 315–320.
59. Nagata T, Ishida H, Shinohara H, S N, Kasahara S, Wakano Y (1994). Clinical evaluation of a potassium nitrate dentifrice for the treatment of dentinal hypersensitivity. *Journal of Clinical Periodontology* 21: 217–221.
60. Hodosh M (1974). A superior desensitizer — potassium nitrate. *The Journal of the American Dental Association* 88: 831–832.
61. Green BL, Green ML, Mcfall WT (1977). Calcium Hydroxide and Potassium Nitrate as Desensitizing Agents for Hypersensitive Root Surfaces . *Journal of Periodontology* 48: 667–672.
62. Orchardson R, Gillam DG (2000). The Efficacy of Potassium Salts as Agents for Treating Dentin Hypersensitivity. *Journal of Orofacial Pain* 14: 9–19.
63. Poulsen S, Errboe M, Y LM, Am G (2006). Potassium containing toothpastes for dentine hypersensitivity (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews* 3: 1–16.
64. Krauser JT (1986). Hypersensitive teeth. Part II: Treatment. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 56: 307–311.
65. Lukomsky EH (1941). Fluorine Therapy for Exposed Dentin and Alveolar Atrophy'. *Journal of Dental Research* 20: 649–659.
66. Hoyt WH, Bibby BG (1943). Use of Sodium Fluoride for Desensitizing Dentin. *The Journal of the American Dental Association* 30: 1372–1376.
67. Grøn P, Caslavskaa V (1981). Fluoride deposition in enamel from monofluorophosphate application. *Caries Research* 15: 90–97.
68. Ritter A V., Dias WDL, Miguez P, Caplan DJ, Swift EJ (2006). Treating cervical dentin hypersensitivity with fluoride varnish: A randomized clinical study. *Journal of the American Dental Association* 137: 1013–1020.

69. Clark D, Levin L (2016). Non-surgical management of tooth hypersensitivity. *International Dental Journal* 66: 249–256.
70. Hoang-Dao BT, Hoang-Tu H, Tran-Thi NN, Koubi G, Camps J, About I (2009). Clinical efficiency of a natural resin fluoride varnish (Shellac F) in reducing dentin hypersensitivity. *Journal of Oral Rehabilitation* 36: 124–131.
71. Corona SAM, Do Nascimento TN, Catirse ABE, Lizarelli RFZ, Dinelli W, Palma-Dibb RG (2003). Clinical evaluation of low-level laser therapy and fluoride varnish for treating cervical dentinal hypersensitivity. *Journal of Oral Rehabilitation* 30: 1183–1189.
72. Thrash WJ, Dorman HL, Smith FD (1983). A Method to Measure Pain Associated With Hypersensitive Dentin. *Journal of Periodontology* 54: 160–162.
73. Shapiro WB, Kaslick RS, Chasens AI, Weinstein D (1970). Controlled Clinical Comparison Between a Strontium Chloride and a Sodium Monofluorophosphate Toothpaste in Diminishing Root Hypersensitivity. *Journal of Periodontology* 41: 523–525.
74. Karlinsey RL, Mackey AC, Walker TJ, Frederick KE, Blanken DD, Flaig SM, Walker ER (2011). In vitro remineralization of human and bovine white-spot enamel lesions by NaF dentifrices: A pilot study. *Journal of Dentistry and Oral Hygiene* 3: 22–29.
75. Alamoudi SA, Pani SC, Alomari M (2013). The Effect of the Addition of Tricalcium Phosphate to 5 % Sodium Fluoride Varnishes on the Microhardness of Enamel of Primary Teeth. *International Journal of Dentistry* 2013: 1–5.
76. Sauro S, Gandolfi MG, Prati C, Mongiorgi R (2006). Oxalate-containing phytocomplexes as dentine desensitisers: An in vitro study. *Archives of Oral Biology* 51: 655–664.
77. Tung MS, Bowen HJ, Derkson GD, Pashley DH (1993). Effects of Calcium Phosphate Solutions on Dentin Permeability. *Journal of Endodontics* 19: 383–387.
78. Geiger S, Matalon S, Blasbalg J, Tung M, Eichmiller F (2003). The Clinical Effect of Amorphous Calcium Phosphate (ACP) on Root Surface Hypersensitivity. *Operative Dentistry* 28: 496–500.
79. Suge T, Ishikawa K, Kawasaki A, Yoshiyamal M, Asaoka K, Ebisu S (1995). Effects of Fluoride on the Calcium Phosphate Precipitation Method for Dentinal Tubule Occlusion. *Journal of Dental Research* 74: 1079–1085.
80. Scherman A, Jacobsen PL (1992). Managing Dentin Hypersensitivity: What Treatmeent to Recommend to Patients. *Journal of the American Dental Association* 123: 57–61.
81. Pashley DH, Kalathoor S, Burnham D (1986). The Effects of Calcium Hydroxide on Dentin Permeability. *Journal of Dental Research* 65: 417–420.
82. Öncü E, Karabekiroğlu S, Ünlü N (2017). Effects of different desensitizers and lasers on dentine tubules: An in-vitro analysis. *Microscopy Research and Technique* 80: 737–744.

83. Thanatvarakorn O, Nakashima S, Sadr A, Prasansuttioporn T, Thitthaweerat S, Tagami J (2013). Effect of a calcium-phosphate based desensitizer on dentin surface characteristics. *Dental Materials Journal* 32: 615–621.
84. LC C (2009). Next generation calcium phosphate-based biomaterials. *Dental Materials Journal* 28: 1–10.
85. Collaert B, Fischer C (1991). Dentine hypersensitivity: a review. *Dental Traumatology* 7: 145–152.
86. Pereira C, Segala AD, Gillam DG (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: 129–138.
87. Vieira AHM, Passos VF, De Assis JS, Mendonça JS, Santiago SL (2009). Clinical evaluation of a 3% potassium oxalate gel and a GaAlAs laser for the treatment of dentinal hypersensitivity. *Photomedicine and Laser Surgery* 27: 807–812.
88. Santiago SL, Pereira JC, Martineli ACBF (2006). Effect of commercially available and experimental potassium oxalate-based dentin desensitizing agents in dentin permeability: Influence of time and filtration system. *Brazilian Dental Journal* 17: 300–305.
89. Pillon FL, Romani IG, Schmidt ÉR (2004). Effect of a 3% Potassium Oxalate Topical Application on Dentinal Hypersensitivity After Subgingival Scaling and Root Planing. *Journal of Periodontology* 75: 1461–1464.
90. Greenhill JD, Pashley DH (1981). The Effects of Desensitizing Agents on the Hydraulic Conductance of Human Dentin in vitro. *Journal of Dental Research* 60: 686–698.
91. Cunha-Cruz J, Stout J., Heaton L., Wataha J. (2011). Dentin Hypersensitivity and Oxalates : a Systematic Review. *Journal of Dental Research* 90: 304–310.
92. Gillam DG, Newman HN, Davies EH, Bulman JS, Troullos ES, Curro FA (2004). Clinical evaluation of ferric oxalate in relieving dentine hypersensitivity. *Journal of Oral Rehabilitation* 31: 245–250.
93. Pashley DH, Andringa HJ, Eichmiller F (1991). Effects of ferric and aluminum oxalates on dentin permeability. *American Journal of Dentistry* 4: 123–6.
94. Wang H-L, Yeh C-T, Smith F, Burgett FG, Richards P, Shyr Y, O’Neal R (1993). Evaluation of Ferric Oxalate as an Agent for Use During Surgery to Prevent Post-Operative Root Hypersensitivity. *Journal of Periodontology* 64: 1040–1044.
95. Guo C, McMartin KE (2005). The cytotoxicity of oxalate, metabolite of ethylene glycol, is due to calcium oxalate monohydrate formation. *Toxicology* 208: 347–355.
96. Markowitz K, Pashley DH (2008). Discovering new treatments for sensitive teeth : the long path from biology to therapy. *Journal of Oral Rehabilitation* 35: 300–315.
97. Minkoff S, Axelrod S (1987). Efficacy of Strontium Chloride in Dental Hypersensitivity. *Journal of Periodontology* 58: 470–474.
98. Uchida A, Wakano Y, Fukuyama O, Miki T, Iwayama Y, Okada H (1980). Controlled Clinical Evaluation of a 10 % Strontium Chloride Dentifrice in Treatment of Dentin Hypersensitivity Following Periodontal Surgery. *Journal of Periodontology* 51: 578–581.

99. Sowinski J, Ayad F, Petrone M, Devizio W, Volpe A, Ellwood R, Davies R (2001). Comparative investigations of the desensitising efficacy of a new dentifrice. *Journal of Clinical Periodontology* 28: 1032–1036.
100. Olley RC, Pilecki P, Hughes N, Jeffery P, Austin RS, Moazzez R, Bartlett D (2012). An in situ study investigating dentine tubule occlusion of dentifrices following acid challenge. *Journal of Dentistry* 40: 585–593.
101. Ishihata H, Finger WJ, Kanehira M, Shimauchi H, Komatsu M (2011). In vitro dentin permeability after application of gluma® desensitizer as aqueous solution or aqueous fumed silica dispersion. *Journal of Applied Oral Science* 19: 146–153.
102. Qin C, Xu J, Zhang Y (2006). Spectroscopic investigation of the function of aqueous 2- hydroxyethylmethacrylate/glutaraldehyde solution as a dentin desensitizer. *European Journal of Oral Sciences* 114: 354–359.
103. Dall'Orologio GD, Lone A, Finger WJ (2002). Clinical evaluation of the role of glutardialdehyde in a one-bottle adhesive. *American Journal of Dentistry* 15: 330–334.
104. Berman LH (1985). Dentine Sensation and Hypersensitivity A Review of Mechanisms and Treatment Alternatives. *Journal of Periodontology* 56: 216–222.
105. Cross KJ, Huq NL, Palamara JE, Perich JW, Reynolds EC (2005). Physicochemical Characterization of Casein Phosphopeptide- Amorphous Calcium Phosphate Nanocomplexes. *Journal of Biological Chemistry* 280: 15362–15369.
106. Reynolds EC, Cai F, Cochrane NJ, Shen P, Walker GD, Morgan M V, Reynolds C (2008). Fluoride and Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate. *Journal of Dental Research* 87: 344–348.
107. Cai F, Shen P, Morgan M V, Reynolds EC (2003). Remineralization of enamel subsurface lesions in situ by sugar-free lozenges containing casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *Australian Dental Journal* 48: 240–243.
108. Rose RK (2000). Effects of an anticariogenic casein phosphopeptide on calcium diffusion in streptococcal model dental plaques. *Archives of Oral Biology* 45: 569–575.
109. Jiang H, Bian Z, Tai BJ, Du MQ, Peng B (2005). The Effect of a Bi-annual Professional Application of APF Foam on Dental Caries Increment in Primary Teeth : 24-month Clinical Trial. *Journal of Dental Research* 84: 265–268.
110. Suge T, Kawasaki A, Ishikawa K, Matsuo T, Ebisu S (2005). Comparison of the Occluding Ability of Dentine Tubules with Different Morphology between Calcium Phosphate Precipitation Method and Potassium Oxalate Treatment. *Dental Materials Journal* 24: 522–529.
111. Berkathullah M, Farook MS, Mahmoud O (2018). The Effectiveness of Remineralizing Agents on Dentine Permeability. *BioMed Research International* 2018: 1–12.
112. Hench LL, Splinter RJ, Allen WC, Greenlee TK (1971). Bonding mechanisms at the interface of ceramic prosthetic materials. *Journal of Biomedical Materials Research* 5: 117–141.

113. Wilson J, Low S (1992). Bioactive Ceramics for Periodontal Treatment : Comparative Studies in the Patus Monkey. *Journal of Applied Biomaterials* 3: 123–129.
114. Gillam DG, Tang JY, Mordan NJ, Newman HN (2002). The effects of a novel Bioglass® dentifrice on dentine sensitivity: A scanning electron microscopy investigation. *Journal of Oral Rehabilitation* 29: 305–313.
115. Forsback AP, Areva S, Salonen JI (2004). Mineralization of dentin induced by treatment with bioactive glass S53P4 in vitro. *Acta Odontologica Scandinavica* 62: 14–20.
116. Wang Z, Sa Y, Sauro S, Chen H, Xing W, Ma X, Jiang T, Wang Y (2010). Effect of desensitising toothpastes on dentinal tubule occlusion: A dentine permeability measurement and SEM in vitro study. *Journal of Dentistry* 38: 400–410.
117. Lee EMR, Borges R, Marchi J, de Paula Eduardo C, Marques MM (2020). Bioactive glass and high-intensity lasers as a promising treatment for dentin hypersensitivity: An in vitro study. *Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials* 108: 939–947.
118. Kleinberg I (2002). SensiStat. A new saliva-based composition for simple and. *Dentistry Today* 21: 42–47.
119. Ayad F, Ayad N, Zhang YP, DeVizio W, Cummins D, Mateo LR (2009). Comparing the Efficacy in Reducing Dentin Hypersensitivity of a New Toothpaste Containing 8.0% Arginine, Calcium Carbonate, and 1450 ppm Fluoride to a Commercial Sensitive Toothpaste Containing 2% Potassium Ion: An Eight-Week Clinical Study on Canadian Adult. *Journal of Clinical Dentistry* 20: 10–16.
120. Erdemir U, Yıldız E (2011). Dentin Hassasiyeti Tanı ve Tedavi Planlaması. *EÜ Dişhekimliği Fakültesi Dergisi* 32: 9–22.
121. Schiff T, Delgado E, Zhang YP, Cummins D, DeVizio W, Mateo LR (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: 8–15.
122. Zakaria SM, Sharif Zein SH, Othman MR, Yang F, Jansen JA (2013). Nanophase Hydroxyapatite as a biomaterial in advanced hard tissue engineering: A review. *Tissue Engineering - Part B: Reviews* 19: 431–441.
123. Farooq I, Moheet IA, Alshwaimi E (2015). In vitro dentin tubule occlusion and remineralization competence of various toothpastes. *Archives of Oral Biology* 60: 1246–1253.
124. Baglar S, Erdem U, Dogan M, Turkoz M (2018). Dentinal tubule occluding capability of nano-hydroxyapatite; The in-vitro evaluation. *Microscopy Research and Technique* 81: 843–854.
125. Wang L, Magalhães AC, Francisconi-Dos-Rios LF, Calabria MP, Araújo DFG, Buzalaf MAR, Lauris JRP, Pereira JC (2016). Treatment of dentin hypersensitivity using nano-hydroxyapatite pastes: A randomized three-month clinical trial. *Operative Dentistry* 41: E93–E101.

126. Bordea IR, Candrea S, Alexescu GT, Bran S, Băciuț M, Băciuț G, Lucaciu O, Dinu CM, Todea DA (2020). Nano-hydroxyapatite use in dentistry: a systematic review. *Drug Metabolism Reviews* 0: 1–14.
127. Camilleri J, Ford TRP (2006). Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. *International Endodontic Journal* 39: 747–754.
128. Gandolfi MG, Silvia F, Pashley DH, Gasparotto G, Carlo P (2008). Calcium silicate coating derived from Portland cement as treatment for hypersensitive dentine. *Journal of Dentistry* 36: 565–578.
129. Gandolfi MG, Sauro S, Mannocci F, Watson TF, Zanna S, Capoferri M, Prati C, Mongiorgi R (2007). New Tetrasilicate Cements as Retrograde Filling Material : An In Vitro Study on Fluid Penetration. *Journal of Endodontics* 33: 742–745.
130. McFall WT (1986). A review of the active agents available for treatment of dentinal hypersensitivity. *Dental Traumatology* 2: 141–149.
131. Kern DA, McQuade MJ, Scheidt MJ, Hanson B, Van Dyke TE (1989). Effectiveness of Sodium Fluoride on Tooth Hypersensitivity With and Without Iontophoresis. *Journal of Periodontology* 60: 386–389.
132. Lefkowitz W, Burdick HC, Moore DL (1963). Desensitization of Dentin by Bioelectric Induction of Secondary Dentin. *Journal of Prosthetic Dentistry* 13: 940–949.
133. Singal P, Gupta R, Pandit N (2005). 2% Sodium Fluoride-Iontophoresis Compared to a Commercially Available Desensitizing Agent. *Journal of Periodontology* 76: 351–357.
134. Gangarosa LP (1994). Current strategies for dentist-applied treatment in the management of hypersensitive dentine. *Archives of Oral Biology* 39: 101–106.
135. Sauro S, Mannocci F, Watson TF, Piemontese M, Sherriff M, Mongiorgi R (2007). The influence of soft acidic drinks in exposing dentinal tubules after non-surgical periodontal treatment: a SEM investigation on the protective effects of oxalate-containing phytocomplex. *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal* 12: 542–548.
136. Trowbridge HO, Silver DR (1990). A review of current approaches to in-office management of tooth hypersensitivity. *Dental clinics of North America* 34: 561–81.
137. Brännström M, Johnson G (1974). Effects of various conditioners and cleaning agents on prepared dentin surfaces: A scanning electron microscopic investigation. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 31: 422–430.
138. Duran I, Sengun A (2004). The long-term effectiveness of five current desensitizing products on cervical dentine sensitivity. *Journal of Oral Rehabilitation* 31: 351–356.
139. Gillam DG, Mordan NJ, Newman HN (1997). The Dentin Disc surface: a plausible model for dentin physiology and dentin sensitivity evaluation. *Advances in dental research* 11: 487–501.
140. Mjör IA (2009). Dentin permeability: The basis for understanding pulp reactions and adhesive technology. *Brazilian Dental Journal* 20: 3–16.

141. Pamir T, Özyazıcı M, Baloğlu E, Önal B (2005). The efficacy of three desensitizing agents in treatment of dentine hypersensitivity. *Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics* 30: 73–76.
142. Powell L V., Gordon GE, Johnson GH (1990). Sensitivity restored of Class V abrasion/erosion lesions. *Journal of the American Dental Association* (1939) 121: 694–696.
143. Gordan V V., Blaser PK, Watson RE, Mjör IA, McEdward DL, Sensi LG, Riley JL (2014). A clinical evaluation of a giomer restorative system containing surface prereacted glass ionomer filler: Results from a 13-year recall examination. *Journal of the American Dental Association* 145: 1036–1043.
144. Drisko CH (2002). Dentine hypersensitivity-dental hygiene and periodontal considerations. *International Dental Journal* 52: 385–393.
145. Chen CL, Parolia A, Pau A, Celerino De Moraes Porto IC (2015). Comparative evaluation of the effectiveness of desensitizing agents in dentine tubule occlusion using scanning electron microscopy. *Australian Dental Journal* 60: 65–72.
146. Parolia A, Thomas MS, Kundabala M, Mohan M (2010). Propolis and its potential uses in oral health. *International Journal of Medicine and Medical Sciences* 2: 210–215.
147. Sales-peres SHDC, Carvalho FN De, Marsicano JA, Mattos MC, Pereira JC, Forim MR, Fatima M (2010). effect of propolis gel on the in vitro reduction of dentin permeability. *Journal of Applied Oral Science* 19: 6–11.
148. Giamalia I, Steinberg D, Grobler S, Gedalia I (1999). The effect of propolis exposure on microhardness of human enamel in vitro. *Journal of Oral Rehabilitation* 26: 941–943.
149. Hongal S, Torwane NA, Goel P, Chandrashekar B (2014). The effect of 30% ethanolic extract of Indian propolis on replica of human dentin compared against commercially available desensitizing agent: A methodological SEM study in vitro. *Pharmacognosy Research* 6: 113–119.
150. Arjun Torwane N, Hongal S, Goel P, Chandrashekhar BR, Jain M, Saxena E, Gouraha A, Yadav S (2013). Effect of two desensitizing agents in reducing dentin hypersensitivity: An in-vivo comparative clinical trial. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 7: 2042–2046.
151. Maiman TH (1960). Stimulated Optical Radiation in Ruby. *Nature* 187: 134–136.
152. Aoki A, Sasaki KM, Watanabe H, Ishikawa I (2004). Lasers in nonsurgical periodontal therapy. *Periodontology* 2000 36: 59–97.
153. Sağ Güngör F, Karabekiroğlu S (2018). Dentin hassasiyetinin tedavisi ve lazerler. *Selçuk Dental Journal* 102: 91–102.
154. Coluzzi DJ (2008). Fundamentals of Lasers in Dentistry: Basic Science, Tissue Interaction, and Instrumentation. *Journal of Laser Dentistry* 16: 4–10.
155. Ishikawa I, Aoki A, Takasaki AA, Mizutani K, Sasaki KM, Izumi Y (2009). Application of lasers in periodontics: True innovation or myth? *Periodontology* 2000 50: 90–126.

156. Matsumoto K, Kimura Y (2007). Laser Therapy of Dentin Hypersensitivity. *The Journal of Oral Laser Applications* 7: 7–25.
157. Kimura Y, Wilder-Smith P, Yonaga K, Matsumoto K (2000). Treatment of dentine hypersensitivity by lasers: A review. *Journal of Clinical Periodontology* 27: 715–721.
158. Yilmaz HG, Kurtulmus-Yilmaz S, Cengiz E, Bayindir H, Aykac Y (2011). Clinical evaluation of Er,Cr:YSGG and GaAlAs laser therapy for treating dentine hypersensitivity: A randomized controlled clinical trial. *Journal of Dentistry* 39: 249–254.
159. Asnaashari M, Moeini M (2013). Effectiveness of Lasers in the Treatment of Dentin Hypersensitivity. *Journal of Lasers in Medical Sciences* 4: 1–7.
160. Matsumoto K (1985). Study on the treatment of Hypersensitive dentine GaAlAs laser diode. *Japanese Journal of Conservative Dentistry* 28: 766–771.
161. Wakabayashi H, Hamba M, Matsumoto K, Tachibana H (1993). Effect of irradiation by semiconductor laser on responses evoked in trigeminal caudal neurons by tooth pulp stimulation. *Lasers in Surgery and Medicine* 13: 605–610.
162. Ladalarido TCCGP, Pinheiro A, Campos RADC, Brugnera A, Zanin F, Albernaz PLM, Weckx LLM (2004). Laser therapy in the treatment of dentine hypersensitivity. *Brazilian Dental Journal* 15: 144–150.
163. Moritz A, Gutknecht N, Schoop U, Goharkhay K, Ebrahim D, Sperr W (1996). The Advantage of CO₂-Treated Dental Necks , in Comparison Standard Method : Results of an in Vivo Study. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery* 14: 27–32.
164. Bonin P, Boivin R, Poulard J (1991). Dentinal Permeability of the Dog Canine after Exposure of a Cervical Cavity to the Beam of a CO₂ Laser. *Journal of Endodontics* 17: 116–118.
165. Fayad MI, Carter JM, Liebow C (1996). Transient Effects of Low-Energy CO₂ Laser Irradiation on Dentinal Impedance: Implications for Treatment of Hypersensitive Teeth. *Journal of Endodontics* 22: 526–531.
166. Matsumoto K (1985). Effects of Nd: YAG-laser in treatment of cervical Hypersensitive dentine. *Japanese Journal of Conservative Dentistry* 28: 760–765.
167. Whitters CJ, Hall A, Creanor SL, Moseley H, Gilmour WH, Strang R, Saunders WP, Orchardson R (1995). A clinical study of pulsed Nd: YAG laser-induced pulpal analgesia. *Journal of Dentistry* 23: 145–150.
168. Yonaga K, Kimura Y, Matsumoto K (1999). Treatment of cervical dentin hypersensitivity by various methods using pulsed Nd:YAG laser. *Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery* 17: 205–210.
169. Orchardson R, Whitters CJ (2000). Effect of HeNe and pulsed Nd:YAG laser irradiation on intradental nerve responses to mechanical stimulation of dentine. *Lasers in Surgery and Medicine* 26: 241–249.
170. Orchardson R, Peacock JM, John Whitters C (1997). Effect of pulsed Nd:YAG laser radiation on action potential conduction in isolated mammalian spinal nerves. *Lasers in Surgery and Medicine* 21: 142–148.

171. Schwarz F, Arweiler N, Georg T, Reich E (2002). Desensitizing effects of an Er:YAG laser on hypersensitive dentine: A controlled, prospective clinical study. *Journal of Clinical Periodontology* 29: 211–215.
172. Birang R, Poursamimi J, Gutknecht N, Lampert F, Mir M (2007). Comparative evaluation of the effects of Nd:YAG and Er:YAG laser in dentin hypersensitivity treatment. *Lasers in Medical Science* 22: 21–24.
173. Yilmaz HG, Cengiz E, Kurtulmus-Yilmaz S, Leblebicioglu B (2011). Effectiveness of Er,Cr:YSGG laser on dentine hypersensitivity: A controlled clinical trial. *Journal of Clinical Periodontology* 38: 341–346.
174. Gutknecht N, Moritz A, Dercks HW, 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: 171–174.
175. Watanabe H, Ishikawa I, Suzuki M, Hasegawa K (1996). Clinical Assessments of the Erbium : YAG Laser for Soft Tissue Surgery and Scaling. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery* 14: 67–75.
176. Ando Y, Aoki A, Watanabe H, Ishikawa I (1996). Bactericidal effect of Erbium YAG laser on periodontopathic bacteria. *Lasers in Surgery and Medicine* 19: 190–200.
177. Johnson G, Brännström M (1974). The sensitivity of dentin changes in relation to conditions at exposed tubule apertures. *Acta Odontologica Scandinavica* 32: 29–38.
178. Olivi G, Angiero F, Benedicenti S, Iaria G, Signore A, Kaitsas V (2010). Use of the erbium , chromium : yttrium – scandium – gallium – garnet laser on human enamel tissues . Influence of the air – water spray on the laser – tissue interaction : scanning electron microscope evaluations. *Lasers in Medical Science* 25: 793–797.
179. Meister J, Franzen R, Forner K, Grebe H, Stanzel S, Lampert F, Apel C (2006). Influence of the water content in dental enamel and dentin on ablation with erbium YAG and erbium YSGG lasers. *Journal of Biomedical Optics* 11: 1–7.
180. Ekworapoj P, Sidhu SK, McCabe JF (2007). Effect of different power parameters of Er , Cr : YSGG laser on human dentine. *Lasers in Medical Science* 22: 175–182.
181. Arantes BF, de Oliveira Mendonça L, Palma-Dibb RG, Faraoni JJ, de Castro DT, Geraldo-Martins VR, Lepri CP (2019). Influence of Er,Cr:YSGG laser, associated or not to desensitizing agents, in the prevention of acid erosion in bovine root dentin. *Lasers in Medical Science* 34: 893–900.
182. Franzen R, Esteves-Oliveira M, Meister J, Wallerang A, Vanweersch L, Lampert F, Gutknecht N (2009). Decontamination of deep dentin by means of erbium , chromium : yttrium-scandium-gallium-garnet laser irradiation. *Lasers in Medical Science* 24: 75–80.
183. Scaramucci T, Borges AB, Lippert F, Frank NE, Hara AT (2013). Sodium fluoride effect on erosion-abrasion under hyposalivatory simulating conditions. *Archives of Oral Biology* 58: 1457–1463.
184. Cunha SR, Garófalo SA, Scaramucci T, Zezell DM, Aranha ACC (2017). The association between Nd:YAG laser and desensitizing dentifrices for the treatment of dentin hypersensitivity. *Lasers in Medical Science* 32: 873–880.

185. Flynn J, Galloway R, Orchardson R (1985). The incidence of ‘ the West of Scotland teeth in. *Journal of Dentistry* 13: 230–236.
186. Absi EG, Addy M, 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.
187. Tunar OL, Gürsoy H, Çakar G, Kuru B, Ipci SD, 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: 540–545.
188. Saraç D, Külünk S, Saraç YS, Karakaş Ö (2009). Effect of Fluoride-Containing Desensitizing Agents on the Bond Strength Of Resin-Based Cements to Dentin. *Journal of Applied Oral Science* 17: 495–500.
189. Huh JB, Kim JH, Chung MK, Lee H yong, Choi YG, Shim JS (2008). The effect of several dentin desensitizers on shear bond strength of adhesive resin luting cement using self-etching primer. *Journal of Dentistry* 36: 1025–1032.
190. Torres CRG, Da Silva TM, Da Fonseca BM, Sales ALLS, Holleben P, Di Nicolo R, Borges AB (2014). The effect of three desensitizing agents on dentin hypersensitivity: A randomized, split-mouth clinical trial. *Operative Dentistry* 39: E186–E194.
191. Addy M, West NX (2013). The role of toothpaste in the aetiology and treatment of dentine hypersensitivity. *Monographs in Oral Science* 23: 75–87.
192. Aranha ACC, Freire Pimenta LA, Marchi GM (2009). Clinical evaluation of desensitizing treatments for cervical dentin hypersensitivity. *Brazilian Oral Research* 23: 333–339.
193. Ipci SD, Cakar G, Kuru B, Yılmaz S (2009). Clinical evaluation of lasers and sodium fluoride gel in the treatment of dentine hypersensitivity. *Photomedicine and Laser Surgery* 27: 85–91.
194. Kumar NG, Mehta DS (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. *Journal of Periodontology* 76: 1140–47.
195. Absi EG, Addy M, Adams D (1992). Dentine hypersensitivity – the effect of toothbrushing and dietary compounds on dentine in vitro: an SEM study. *Journal of Oral Rehabilitation* 19: 101–110.
196. Addy M (2005). Tooth brushing, tooth wear and dentine hypersensitivity - are they associated? *International Dental Journal* 55: 261–267.
197. Canali GD, Rached RN, Mazur RF, Souza EM (2017). Effect of erosion/abrasion challenge on the dentin tubule occlusion using different desensitizing agents. *Brazilian Dental Journal* 28: 216–224.
198. Young A, Tenuta LMA (2011). Initial erosion models. *Caries Research* 45: 33–42.
199. Wiegand A, Attin T (2011). Design of erosion/abrasion studies - Insights and rational concepts. *Caries Research* 45: 53–59.

200. Wiegand A, Wolmershauser S, Hellwig E, Attin T (2004). Influence of buffering effects of dentifrices and fluoride gels on abrasion on eroded dentine. *Archives of Oral Biology* 49: 259–265.
201. Vieira A, Overweg E, Ruben JL, Huysmans MCDNJM (2006). Toothbrush abrasion, simulated tongue friction and attrition of eroded bovine enamel in vitro. *Journal of Dentistry* 34: 336–342.
202. Shellis RP, Ganss C, Ren Y, Zero DT, Lussi A (2011). Methodology and models in erosion research: Discussion and conclusions. *Caries Research* 45: 69–77.
203. Millward A, Shaw L, Harrington E, Smith AJ (1997). Continuous Monitoring of Salivary Flow Rate and pH at the Surface of the Dentition following Consumption of Acidic Beverages. *Caries Research* 31: 44–49.
204. Hara AT, Zero DT (2012). The Potential of Saliva in Protecting against Dental Erosion. *Erosive Tooth Wear: From Diagnosis to Therapy* 25: 197–205.
205. Hara AT, González-Cabezas C, Creeth J, Zero DT (2008). The effect of human saliva substitutes in an erosion-abrasion cycling model. *European Journal of Oral Sciences* 116: 552–556.
206. Attin T, Buchalla W, Gollner M, Hellwig E (2000). Use of Variable Remineralization Periods to Improve the Abrasion Resistance of Previously Eroded Enamel. *Caries Research* 34: 48–52.
207. Attin T, Siegel S, Buchalla W, Lennon ÁM, Hannig C, Becker K (2004). Brushing abrasion of softened and remineralised dentin: An in situ study. *Caries Research* 38: 62–66.
208. Attin T, Knöfel S, Buchalla W, Tütüncü R (2001). In situ Evaluation of Different Remineralization Periods to Decrease Brushing Abrasion of Demineralized Enamel. *Caries Research* 35: 216–222.
209. Machado AC, Rabelo FEM, Maximiano V, Lopes RM, Aranha ACC, Scaramucci T (2019). Effect of in-office desensitizers containing calcium and phosphate on dentin permeability and tubule occlusion. *Journal of Dentistry* 86: 53–59.
210. Garofalo SA, Sakae LO, Machado AC, Cunha SR, Zezell DM, Scaramucci T, Corrêa Aranha AC (2019). In Vitro Effect of Innovative Desensitizing Agents on Dentin Tubule Occlusion and Erosive Wear. *Operative Dentistry* 44: 168–177.
211. Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M (1997). Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dental materials* 13: 258–269.
212. Bollen CML, Papaioanno W, Van Eldere J, Schepers E, Quirynen M, Van Steenberghe D (1996). The influence of abutment surface roughness on plaque accumulation and peri-implant mucositis. *Clinical Oral Implants Research* 7: 201–211.
213. Quirynen M, Bollen CM, Papaioannou W, Van Eldere J, van Steenberghe D (1997). The influence of titanium abutment surface roughness on plaque accumulation and gingivitis: short-term observations. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 11: 169–78.
214. Schmidt JC, Zaugg C, Weiger R (2013). Brushing without brushing? — a review of

- the efficacy of powered toothbrushes in noncontact biofilm removal. *Clinical Oral Investigations* 17: 687–709.
215. McConnell MD, Liu Y, Nowak AP, Pilch S, Masters JG, Composto RJ (2010). Bacterial plaque retention on oral hard materials: Effect of surface roughness, surface composition, and physisorbed polycarboxylate. *Journal of Biomedical Materials Research - Part A* 92: 1518–1527.
 216. Ren Y, Zhao Q, Malmstrom H, Barnes V, Xu T (2009). Assessing fluoride treatment and resistance of dental enamel to soft drink erosion in vitro : Applications of focus variation 3D scanning microscopy and stylus profilometry. *Journal of Dentistry* 37: 167–176.
 217. Field J, Waterhouse P, German M (2010). Quantifying and qualifying surface changes on dental hard tissues in vitro. *Journal of Dentistry* 38: 182–190.
 218. Ganss C, Lussi A, Sommer N, Klimek J, Schlueter N (2010). Efficacy of fluoride compounds and stannous chloride as erosion inhibitors in dentine. *Caries Research* 44: 248–252.
 219. Joshi M, Joshi N, Kathariya R, Angadi P, Raikar S (2016). Techniques to Evaluate Dental Erosion: A Systematic Review of Literature. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 10: 1–7.
 220. Azzopardi A, Bartlett DW, Watson TF, Sherriff M (2004). The surface effects of erosion and abrasion on dentine with and without a protective layer. *British Dental Journal* 196: 351–354.
 221. Cheng Z, Wang X, Cui F, Ge J (2009). The enamel softening and loss during early erosion studied by AFM , SEM and nanoindentation. *Biomedical Materials* 4: 1–7.
 222. João-Souza SH, Machado AC, Lopes RM, Zezell DM, Scaramucci T, Aranha ACC (2018). Effectiveness and acid/tooth brushing resistance of in-office desensitizing treatments—A hydraulic conductance study. *Archives of Oral Biology* 96: 130–136.
 223. Alfredo E, Souza-Gabriel AE, Silva SRC, Sousa-Neto MD, Brugnera-Junior A, Silva-Sousa YTC (2009). Morphological alterations of radicular dentine pretreated with different irrigating solutions and irradiated with 980-nm diode laser. *Microscopy Research and Technique* 72: 22–27.
 224. Ishihata H, Kanehira M, Finger WJ, Takahashi H, Tomita M, Sasaki K (2017). Effect of two desensitizing agents on dentin permeability in vitro. *Journal of Applied Oral Science* 25: 34–41.
 225. Suge T, Ishikawa K, Kawasaki A, Yoshiyama M, Asaoka K, Ebisu S (1995). Duration of Dentinal Tubule Occlusion Formed by Calcium Phosphate Precipitation Method: In vitro Evaluation Using Synthetic Saliva. *Journal of Dental Research* 74: 1709–1714.
 226. Mehta D, Gowda VS, Santosh A, Finger WJ, Sasaki K (2014). Randomized controlled clinical trial on the efficacy of dentin desensitizing agents. *Acta Odontologica Scandinavica* 72: 936–941.
 227. Thanatvarakorn O, Nakashima S, Sadr A, Prasansuttiorn T, Ikeda M, Tagami J (2013). In vitro evaluation of dentinal hydraulic conductance and tubule sealing by a novel calcium-phosphate desensitizer. *Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials* 101 B: 303–309.

228. Shetty R, Bhat A, Mehta D, Finger W (2017). Effect of a Calcium Phosphate Desensitizer on Pre- and Postcementation Sensitivity of Teeth Prepared for Full-Coverage Restorations: A Randomized, Placebo-Controlled Clinical Study. *The International Journal of Prosthodontics* 30: 38–42.
229. Joshi S, Gowda AS, 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: 269–275.
230. Schüpbach P, Lutz F, Finger WJ (1997). Closing of dentinal tubules by Gluma desensitizer. *European Journal of Oral Sciences* 105: 414–421.
231. Lopes AO, Aranha ACC (2013). Comparative evaluation of the effects of Nd:YAG laser and a desensitizer agent on the treatment of dentin hypersensitivity: A clinical study. *Photomedicine and Laser Surgery* 31: 132–138.
232. Kolker JL, Vargas MA, Armstrong SR, Dawson D V (2002). Effect of desensitizing agents on dentin permeability and dentin tubule occlusion. *Journal of Adhesive Dentistry* 4: 211–221.
233. Brunton PA, Kalsi KS, Watts DC, Wilson NHF (2000). Resistance of two dentin-bonding agents and a dentin desensitizer to acid erosion in vitro. *Dental Materials* 16: 351–355.
234. Lopes AO, Eduardo CDP, Cecília A, Aranha C (2017). Evaluation of different treatment protocols for dentin hypersensitivity: an 18-month randomized clinical trial. *Lasers in Medical Science* 32: 1023–1030.
235. Lopes AO, Eduardo CDP (2015). Clinical evaluation of low-power laser and a desensitizing agent on dentin hypersensitivity. *Lasers in Medical Science* 30: 823–829.
236. Yilmaz HG, Kurtulmus-Yilmaz S, Cengiz E (2011). Long-Term Effect of Diode Laser Irradiation Compared to Sodium Fluoride Varnish in the Treatment of Dentine Hypersensitivity in Periodontal Maintenance Patients: A Randomized Controlled Clinical Study. *Photomedicine and Laser Surgery* 29: 721–725.
237. Borges AB, Scaramucci T, Lippert F, Zero DT, Hara AT (2014). Erosion protection by calcium lactate/sodium fluoride rinses under different salivary flows in vitro. *Caries Research* 48: 193–199.
238. Petersson LG (2013). The role of fluoride in the preventive management of dentin hypersensitivity and root caries. *Clinical Oral Investigations* 17: 63–71.
239. Dantas EM, Amorim FK de O, Nóbrega FJ de O, Dantas PMC, Vasconcelos RG, Queiroz LMG (2016). Clinical efficacy of fluoride varnish and low-level laser radiation in treating dentin hypersensitivity. *Brazilian Dental Journal* 27: 79–82.
240. Magalhães AC, Santos MG dos, Comar LP, Buzalaf MAR, Ganss C, Schlueter N (2016). Effect of a Single Application of TiF₄ Varnish versus Daily Use of a Low-Concentrated TiF₄ / NaF Solution on Tooth Erosion Prevention in vitro. *Caries Research* 50: 462–470.

241. Alencar C de M, Leite KL de F, Ortiz MIG, Magno MB, Rocha GM, Silva CM, Maia LC (2020). Morphological and chemical effects of in-office and at-home desensitising agents containing sodium fluoride on eroded root dentin. *Archives of Oral Biology* 110: 1–7.
242. Tosun S, Culha E, Aydin U, Ozsevik AS (2016). The combined occluding effect of sodium fluoride varnish and Nd:YAG laser irradiation on dentinal tubules—A CLSM and SEM study. *Scanning* 38: 619–624.
243. Hossain M, Nakamura Y, Yamada Y, Kimura Y, Matsumoto N, Matsumoto K (1999). Effects of Er, Cr : YSGG Laser Effects of Er,Cr:YSGG Laser Irradiation in Human Enamel and Dentin: Ablation and Morphological Studies. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery* 17: 155–159.
244. Hadley J, Young DA, Eversole LR, Gornbein JA (2001). A Laser- Powered Hydrokinetic System for Caries Removal and Cavity Preparation. *The Journal of the American Dental Association* 131: 777–785.
245. Ting C-C, Fukuda M, Watanabe T, Aoki T, Sanaoka A, Noguchi T (2007). Effects of Er,Cr:YSGG Laser Irradiation on the Root Surface: Morphologic Analysis and Efficiency of Calculus Removal. *Journal of Periodontology* 78: 2156–2164.
246. Gholami GA, Fekrazad R, Esmail-Nejad A, Kalhori KAM (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: 115–121.
247. Lee SY, Jung HI, Jung BY, Cho YS, Kwon HK, Kim B Il (2015). Desensitizing efficacy of nano-carbonate apatite dentifrice and Er,Cr:YSGG laser: a randomized clinical trial. *Photomedicine and Laser Surgery* 33: 9–14.
248. Pourshahidi S, Ebrahimi H, Mansourian A, Mousavi Y, Kharazifard M (2019). Comparison of Er,Cr:YSGG and diode laser effects on dentin hypersensitivity: a split-mouth randomized clinical trial. *Clinical Oral Investigations* 23: 4051–4058.
249. Gao XL, Pan JS, Hsu CY (2006). Laser-fluoride effect on root demineralization. *Journal of Dental Research* 85: 919–923.
250. Lan W-H, Liu H-C, Lin C-P (1999). The Combined Occluding Effect of Sodium Fluoride Varnish and Nd:YAG Laser Irradiation on Human Dentinal Tubules. *Journal of Endodontics* 25: 424–426.
251. Geraldo-Martins VR, Lepri CP, Faraoni-Romano JJ, Palma-Dibb RG (2014). The combined use of Er,Cr:YSGG laser and fluoride to prevent root dentin demineralization. *Journal of Applied Oral Science* 22: 459–464.
252. Aranha ACC, De Paula Eduardo C (2012). In vitro effects of Er,Cr:YSGG laser on dentine hypersensitivity. Dentine permeability and scanning electron microscopy analysis. *Lasers in Medical Science* 27: 827–834.

EKLER



T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
KTÜ TIP FAKÜLTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL
BAŞKANLIĞI

Sayı : 24237859-211
Konu: Etik Kurul onay belgesi

04.03.2019

Sayın; Dr. Öğr. Üyesi Güneş BULUT EYÜBOĞLU
Restoratif Diş Tedavisi ABD.

“Dentin Hassasiyet Giderici Ajanların Farklı Koşullardaki Tübül Tıkaç Etkinliğinin Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi” başlıklı etik kurul 2019/60 protokol numaralı tez çalışma önerisi raportör ve etik kurul görüşleri doğrultusunda; tıbbi etik açıdan uygun olduğuna karar verilmiştir.

Bilginizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Faruk AYDIN
Etik kurul Başkanı

Ek: 1 adet onay belgesi

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Soyadı, Adı : OKUR Esmahan
Uyruğu : T.C
Doğum Tarihi ve Yeri : 22/06/1992 ESKİŞEHİR
Telefon (İş) : 0 (462) 377 47 31
E-Posta : esmahanokur@gmail.com
Yazışma Adresi (İş) : Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı

EĞİTİM BİLGİLERİ

Derece	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Lisans	Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2015
Lise	Gülbahar Anadolu Lisesi	2010

AKADEMİK/MESLEKİ DENEYİMİ

Görevi	Kurum	Süre (Yıl -Yıl)
1. Araştırma Görevlisi	KTÜ Diş Hekimliği Fakültesi	2017-

YABANCI DİL

İngilizce

UZMANLIK ALANI

Restoratif Diş Tedavisi

BİLDİRİLER

- 1 Okur E, Eyüboğlu GB. Providing Anterior Esthetic with Application of Fiber-Reinforced Adhesive Bridge And Resin Composites: A Case Report, 22. Uluslararası Estetik Diş Hekimliği Kongresi 19-21 Ekim 2018 (Poster Sunumu)
- 2 Okur E, Eyüboğlu GB. Yaygın Çürük Lezyonlarının Rehabilitasyonu Ve Komplike Kron Kırığı Olgusunda Fiber Post Destekli Kompozit Restorasyon: Olgu Sunumu, Restoratif Diş Hekimliği Derneği 22. Uluslararası Bilimsel Kongresi 30 Kasım-2 Aralık 2018 (Poster Sunumu)
- 3 Okur E, Eyüboğlu GB. Maksiller Anterior Dişler Arasında Görülen Diastemaların Direkt Kompozit Rezinle Restorasyonu: Olgu Sunumu, 26. Uluslararası İZDO Bilimsel Kongre Ve Sergisi 8-10 Kasım 2019 (Poster Sunumu)

PROJELER

- 1 Dentin Hassasiyet Giderici Ajanların Farklı Koşullardaki Tübül Tıkaç Etkinliğinin Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri 2019 (Araştırmacı).