T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DENTİN HASSASİYETİ TEDAVİSİNDE KULLANILAN FARKLI LASER VE AJANLARIN DENTİN TÜBÜLLERİNİN KAPATILMASINDAKİ ETKİSİ-SEM ÇALIŞMASI

Ezgi ÇAVDAR

DOKTORA TEZİ

PERİODONTOLOJİ ANABİLİM DALI

Danışman

Prof. Dr. Tamer ATAOĞLU

KONYA-2016

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DENTİN HASSASİYETİ TEDAVİSİNDE KULLANILAN FARKLI LASER VE AJANLARIN DENTİN TÜBÜLLERİNİN KAPATILMASINDAKİ ETKİSİ-SEM ÇALIŞMASI

Ezgi ÇAVDAR

DOKTORA TEZİ

PERİODONTOLOJİ ANABİLİM DALI

Danışman

Prof. Dr. Tamer ATAOĞLU

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 14102033 proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA-2016

ÖNSÖZ

Doktora eğitimime başladığım günden itibaren her konuda destek olan, tükenmeyen sabrıyla bilgi ve deneyimlerini paylaşarak bu meslekte bilgi ve beceri sahibi olmamı sağlayan, sadece tezi hazırlarken değil hayatın her alanıyla ilgili kurduğu cümleler ve sorduğu sorularla insanı düşündüren,sorgulatan ve ufkunu açan değerli danışmanım Prof.Dr.Tamer ATAOĞLU'na,

Doktora eğitimim boyunca bilgi, tecrübe ve zamanlarını benimle paylaşan, üzerimdeki emekleri paha biçilmez olan Prof. Dr. Mihtikar GÜRSEL'e, Prof. Dr. Nilgün Özlem ALPTEKİN'e, Prof.Dr. İsmail MARAKOĞLU'na, Prof.Dr. Sema S.HAKKI'ya ve Prof.Dr.İsmet DURAN'a,

Tezimin istatistik analizlerinde yardımcı olan ve değerli bilgisini esirgemeyen Yrd.Doç.Dr. İlkay ALTINDAĞ'a,

Hayatımın her anında yanımda olan, destek olan, sevgilerini hep hissettiğim, arkadaştan öte kardeşim Elif Sümeyye Tobi'ye, İlkay KOLLU'ya ve Esra TALAY ÇEVLİK'e,

Hayatı yaşanır kılan, her zaman yanımda olan, ilgisini, sevgisini ve desteğini hiç esirgemeyen Doğugün AKSU'ya,

Sabırları, yardımları ve samimiyetleri ile doktora hayatını güzelleştiren Yrd.Doc.Dr.Ahmet Afşin ERBEYOĞLU'na, Dt. İlknur GÖKDAĞ'a, Dt. Tüba BAYAT'a, Dt. Zeynep DİNÇER'e, asistan arkadaşlarıma ve personelimize,

Selçuk Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma Ve Uygulama Merkezi'ne ve SEM analizlerini yapan Uzm. Fatih ÖZCAN'a,

Doğduğum günden bu yana bana maddi ve manevi her türlü desteği veren, her zaman yanımda olduklarını bildiğim ,bugünlere gelmemi sağlayan, beni her konuda cesaretlendiren canım annem Fidan ÇAVDAR'a, canım babam Ziya ÇAVDAR'a ve abiden de öte arkadaşım, her şeyim olan Ozan ÇAVDAR'a , Gökçe BAYDAR ÇAVDAR'a ve geniş aileme,

İçtenlikle teşekkürlerimi sunarım...

İÇİNDEKİLER

iv. SİMGELER VE KISALTMALAR v

1. GİRİŞ 1

1.1. Kök Yüzeyinin Yapısı ve Fiziği 1

1.2. Dentin Hassasiyeti 3

1.2.1. Dentin Hassasiyetinin Etiyolojisi 3

1.2.2. Dentin Hassasiyetinin Oluşum Teorileri 4

1.2.3. Dentin Hassasiyetinde Ayırıcı Tanı 6

1.2.4. Dentin Hassasiyetinin Tedavisi 7

1.2.5. Dentin Hassasiyeti Tedavi Stratejileri 8

2. GEREÇ VE YÖNTEM 19

2.1. Örneklerin Hazırlanması 19

2.2. A.P.F. Jeli Uygulanması 21

2.3. Dentin Bonding Ajanı Uygulanması 22

2.4. Gluma Desensitizer Uygulanması 22

2.5. Nd:YAG Lazer Uygulanması 23

2.6. Er:YAG Lazer Uygulanması 23

2.7. Gluma Desensitizer + Nd:YAG Lazer Uygulanması 24

2.8. Gluma Desensitizer + Er:YAG Lazer Uygulanması 25

2.9. Örneklerin Fırçalanması 25

2.10.Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi 25

2.11. Verilerin İstatiksel Analizi 26

3. BULGULAR 27

3.1. Dentin Örneklerinin SEM Analizi 27

3.1.1. Kontrol Grubu 27

3.1.2. APF Jeli Grubu 28

3.1.3. Dentin Bonding Grubu 29

3.1.4. Gluma Desensitizer Grubu 30

3.1.5.Nd:YAG Grubu 31

3.1.6. Er:YAG Grubu 32

3.1.7.Nd:YAG Lazer+Gluma Grubu 33

3.1.8. Er:YAG Lazer+Gluma Grubu 34

3.2 Uygulama ve Fırçalama Sonrası Açık Kalan Tübül Sayısı 35

3.3. Tübül Çapı 38
4. TARTIŞMA 41
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 49
6. KAYNAKLAR 50
7. EKLER 59
7.1 EK-A Etik Kurul Kararı 59
8. ÖZGEÇMİŞ 60

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C: Santigrad derece

µm: Mikro metre

A.P.F: Asidüle fosfat florür

A-δ: A delta

$CaCl_2$: Kalsiyum klorür

CaF_2: Kalsiyum Florit

CO_2: Karbondioksit

Er:YAG: Erbium:Yttrium Aluminium Garnet

F: Florit

GaA1As : Diyot lazer

He-Ne: Helyum-Neon Lazer

Hz: Hertz

KCl : Potasyum klorür

KH_2PO_4 : Monopotasyum fosfat

KOH : Potasyum hidroksit

M : Molar

mJ: Milijoule

mm: Milimetre

mm^2: Milimetre kare

ms: Milisaniye

mW: Megawatt

Na: Sodyum

NaF: Sodyum Florit

NaN_3 : Sodyum azit

Nd:YAG: Neodymium-doped yttrium aluminium garnet

nm: Nanometre

SEM : Scanning Electron Microscopy

sn: Saniye

™: Ticari marka

W: Watt

ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Dentin Hassasiyeti Tedavisinde Kullanılan Farklı Laser Ve Ajanların Dentin Tübüllerinin Kapatılmasındaki Etkisi-Sem Çalışması

Dt. Ezgi ÇAVDAR
Periodontoloji Anabilim Dalı

DOKTORA TEZİ / KONYA-2016

Dentin tübülleri çok sayıda bireyde ağız ortamına açılmasına rağmen sadece bir kısmında dentin hassasiyeti oluşturur. Bu çalışmada dentin hassasiyetinde kullanılan ajanların, lazerlerin ve kombinasyonlarının dentin tübüllerini kapatmadaki etkinliğinin in vitro olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada üçüncü büyük azı dişlerden 80 adet dentin örneği elde edilmiş ve sekiz farklı uygulama grubuna ayrılmıştır. Bu gruplar:1) Asidulo fosfat florür jeli (APF jel) ,2) bond, 3) Gluma, 4)Nd:YAG lazer,5) Er:YAG lazer,6) Nd:YAG lazer+gluma, 7) Er:YAG lazer+gluma ve 8)uygulama yapılmayan kontrol örneklerinden oluşmaktadır. Tüm örneklere smear tabakasını kaldırmak ve dentin tübüllerini açığa çıkartmak için %1'lik sitrik asit uygulandı. Örneklerin yarısı uygulamaları takiben 4 saat boyunca yapay tükürükte bekletildi ve elektrikli diş fırçasıyla 30 saniye boyunca fırçalandı. Bütün örnekler dentin tübüllerinin kapanması ve yüzey morfolojisini görüntülemek üzere SEM'de incelendi.

Nd:YAG+ Gluma ve APF jel açık dentin tübül sayısını azaltma ve tübül çaplarını daraltma açısından diğer ajanlardan istatiksel olarak anlamlı şekilde daha etkili bulundu ($p<0.05$). Fırçalama sonrası tüm gruplarda açık dentin tübül sayısının arttığı, fırçalamaya en dirençli örneklerin Nd:YAG+Gluma grubunda olduğu bulundu. Kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında tüm uygulamaların açık dentin tübül sayısını istatiksel olarak anlamlı şekilde azalttığı görüldü ($p<0.05$).

Çalışmada elde edilen bulgulara dayanarak, kullanılan tüm yöntem ve materyallerin tübülleri kapatma ve daraltmada etkin olduğu, fakat Nd:YAG + gluma kombinasyonunun umut verici olduğu sonucuna varıldı.

Anahtar Sözcükler: Dentin hassasiyeti,flor,bond,gluma,lazer,in vitro

SUMMARY

REPUBLIC of TURKEY
SELÇUK UNIVERSITY
HEALTH SCIENCES INSTITUTE

The Effect Of Different LASER Types And Desensitizing Agents On Dentin Tubule Occlusion –Scanning Electron Microscope Study

Dt. Ezgi ÇAVDAR
Department of Periodontology

DOKTORA TEZİ / KONYA-2016

Although many people have exposed dentinal tubules, only a percentage exhibit semptoms of dentine hypersensitivity. The aim of this study was to examine in vitro results of different materials, lasers and combinations.

Eighty dentin specimens obtained from extracted impacted 3rd molars were included in this study and were divided into 8 different treatment groups, 1) Asidulated Phosphated Fluoride gel, 2) Bonding agent, 3) Gluma Desensitizer, 4)Nd:YAG, 5) Er:YAG laser, 6) Nd:YAG+Gluma 7) Er:YAG+Gluma and no treatment. All specimens were processed with 1% citric acid to eliminate the smear layer and to expose dentinal tubule orifices. Following treatments, half of the samples in each group were immersed in artificial saliva for four hours and brushed with electric toothbrush for 30 second. All the samples were evaluated with SEM for dentinal tubular occlusion and surface morphology.

Nd:YAG laser+Gluma and APF gel treatment were more effective on occluding and narrrowing tubules and the differences were statistically significant ($p<0.05$). Brushing caused to increase in the number of exposed tubules in each treatment groups, but the most resistant samples were in Nd:YAG laser+Gluma treatment group. The decreased number of exposed tubules in all treatment groups were still statistically significant when compared to control samples ($p<0.05$).

Data obtained from this study showed that all treatment alternatives tested were able to occlude and to narrow dentinal tubules, but Nd:YAG laser+Gluma combination appeared more promising in treatment of dentin hypersensitivity.

Key Words: Dentin hypersensitivity,laser,fluorid,gluma, dentin bonding,in vitro

1. GİRİŞ

1.1. Kök Yüzeyinin Yapısı ve Fiziği

Diş kökünü oluşturan yapılar içten dışa pulpa, dentin ve sement tabakasıdır. Dişin anatomik kökünü kaplayan sement, kan damarı ve sinir dokusu içermeyen, dentinden daha açık sarı renge sahip olan sert, kalsifiye diş dokusudur (Gottlieb 1942). Sement dentinden daha yumuşaktır ve ağırlığının %45-50'sini inorganik materyal (hidroksiapatit), %50-55'ini ise organik materyal ve su oluşturmaktadır. Organik bölümü ise kollajen ve protein polisakkaritlerinden oluşmaktadır.

Sement yapımı tüm yaşam boyunca değişik hızlarda devam eden bir süreçtir. Bu süreç diş sürmesini ve atrizyonunu kompanze edebilmek için en hızlı apikal bölgede meydana gelir (Boushell ve Sturdevant 2014). Kökün koronal yarısındaki sement kalınlığı 16-60 µm arasında değişmektedir. Distaldeki sement kalınlığı ise mezial migrasyondan kaynaklanan fonksiyonel stimulasyon sebebiyle meziale göre daha incedir (Dastmalchi ve ark 1990). Sement mineye, mine-sement birleşimi ile katılır ve bu bölge servikal çizgi olarak adlandırılır. Dişlerin %5-10'unda mine ve sement tabakaları birbiriyle buluşmaz. Bu durum dişeti çekilmesi olduğu durumlarda dentinin açıkta olmasından dolayı dentin hassasiyetine sebep olabilir (Newman ve ark 2011).

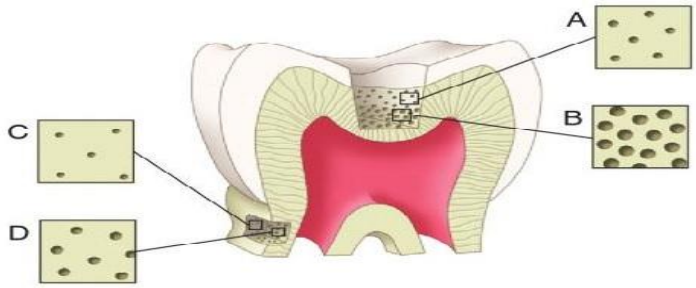
Dentin mezoderm kökenli sert dokudur. Kuron bölgesinde mine ile kaplıyken, kök bölgesinde sementle kaplıdır. Dentin odontoblastlar tarafından oluşturulur. Odontoblastlar pulpada bulunurken, sitoplazmik uzantıları dentin tübülleri içerisine uzanır. Odontoblastlar fizyolojik ve patolojik uyaranlara tepki göstererek sekonder dentin, sklerotik dentin veya tamir dentini sentezlerler (Boushell ve Sturdevant 2014).

Dentinin biyokimyasal içeriğine bakıldığında ağırlığının %70'ini inorganik, %20'sini organik materyal, %10'unu da su oluşturmaktadır (Nanci 2003). İnorganik bileşenlerin çoğunu hidroksiapatit kristalleri oluşturur. Diğer inorganik bileşenler ise karbonat, magnezyum, potasyum, demir ve çinkodur (Derise ve Ritchey 1974). Dentinin organik kısmı ise %91 oranında tip 1 kollagen (Lukinmaa ve Waltimo 1992), fosfoproteinler, glikozaminoglikanlar, proteoglikanlar, glukoproteinler, büyüme faktörleri ve yağlardan oluşmaktadır (Butler 1995, Ling ve Gillam 1995).

Dentin tübülleri, tüm dentin boyunca pulpadan mine-dentin ve dentin-sement birleşimine kadar uzanan küçük kanallardır. Her bir tübül odontoblastların sitoplazmik çıkıntısı olan Tomes liflerini içerir. Dentin tübüllerinin etrafı ise peritübüler dentin denen bir tabakayla kaplıdır ve bu tabaka intertübüler dentinden daha mineralizedir. Dentin tübüllerinin içinde, kaynağı pulpa bağ dokusu olan, su gibi berrak ve yapı olarak sinoviyal veya serebrospinal sıvıya benzeyen dentin sıvısı bulunmaktadır (Seltzer ve Bender 2002).

Dentin tübüllerinin sayısı ve peritubuler dentin alanı pulpadan uzaklaştıkça azalırken, intertübüler alan pulpadan uzaklaştıkça artar (Pashley ve ark 1995). Dentin tübüllerinin diş yüzeyindeki sayısı 15,000-20,000/mm²; pulpal yüzeyde ise 45,000-60,000/mm²'ye çıkar. Tübüllerin çapı pulpal yüzeyde 2-3µm iken mine-dentin birleşimine doğru 0,5-0,9 µm'ye iner (Garberoglio ve Brännström 1976).

Kök yüzeyindeki başka bir tabaka ise smear tabakasıdır. Smear tabakası, dentin tübüllerini tıkadığı için dentin sıvı hareketinde azalmaya sebep olabilir (Pashley 1988). Bazı durumlarda smear tabakasının akım oranını sıfıra kadar indirdiği, bu tabakanın kaldırılmasıyla da dentinde sıvı geçiş oranının arttığı bildirilmiştir (Pashley ve ark 1981). Smear tabakası, iyi bir bariyer olmasına rağmen dentine bağlantısı zayıftır. Bu nedenle asitlere karşı dayanıklı değildir (Sturdevant ve ark 2006). Bu tabakanın uzaklaştırılmasının, dentin sıvısının dışarıya doğru hareket etmesine sebep olduğu bildirilmiştir (Marshall ve ark 1997).



Şekil 1.1. Mine-dentin birleşimine yakın olan dentin tübülleri daha küçük ve seyrekken (A), pulpaya yakın olanlar daha büyüktür (B). Kök dentininde yüzeydeki (C) ve derindeki (D) dentin tübülleri koronal dentine göre daha küçük ve az sayıdadır (Lee W. Boushell, Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry'den alıntıdır).

1.2. Dentin Hassasiyeti

Dentin hassasiyeti, dişte herhangi bir defekt ya da patoloji olmadığı halde tipik olarak termal, buharlaşma, dokunma, osmotik veya kimyasal uyarılara karşı artan ve uyaran geçtiğinde ortadan kalkan kısa süreli, keskin ve lokalize ağrıdır (Addy 2002, Kielbassa 2002). Dentin hassasiyeti, benzer semptomlar gösteren diğer dental defektler veya patolojiler sonucu oluşan ağrılarla karıştırılmaması gereken bir durumdur. Görülme sıklığı %8-57 oranında değiştiği bildirilmektedir. Kaninler, I. premolarlar, anteriorlar, II.premolarlar sırasıyla en çok etkilenen dişlerdir (Addy 2000).

1.2.1. Dentin Hassasiyeti Etiyolojisi

Dentin, pulpayla yakın yapısal ve fonksiyonel ilişkisi nedeniyle doğal olarak belirli düzeyde hassasiyete sahiptir. Ancak diğer dokular dentini kapattığı için bu durum çoğu zaman problem oluşturmaz (Orchardson ve Cadden 2001). Dentin hassasiyetine çoğu zaman dişeti çekilmesiyle açığa çıkan sementin kaybı ve mine erozyonu sebep olur. Dişeti çekilmesi, dentin hassasiyetinin en sık gözlenen nedenidir (Addy 1990, Drisko 2007). Ayrıca minede madde kaybına ve buna bağlı olarak dentin tübüllerinin açığa çıkmasına sebep olan diğer nedenler ise:

- Hatalı diş fırçalama kaynaklı abrazyon
- Parafonksiyonel alışkanlıklar
- Asitlerin meydana getirdiği erozyon
- Dişlerin kolesinde ortaya çıkan kama şeklinde defektler
- Pulpası canlı dişte yapılan kavite preparasyonu
- Yanlış uygulanan asitleme işlemi'dir (Brännström 1991).

Dentin tabakası açığa çıkmış her hastada hassasiyet oluşmaz. Çünkü açığa çıkmış dentin alanının yüzeyi, periferde dentin oluşumu, dentin tabakasının kalınlığı hassasiyette önemli rol oynar. Aynı zamanda açığa çıkmış olan dentin kanallarının sayısı ve büyüklüğü de önemlidir. Hassasiyet olan dişlerde açığa çıkan tübül sayısı, hassas olmayan dişlere göre 8 kat fazla; tübül çapı ise 2 kat daha geniştir (Absi ve ark 1987, Dababneh ve ark 1999). Hassasiyet semptomlarına sahip dişlerin %68'inde dişeti çekilmesi olduğu ve %25'inde atrizyon, abrazyon veya erozyon görüldüğü belirtilmiştir (Orchardson ve Collins 1987).

Dentin hassasiyeti gelişiminde 2 aşama tariflenmiştir (Dababneh ve ark 1999);

1. Lezyon lokalizasyonu

2. Lezyonun oluşumu

Lezyon lokalizasyonu, mine kaybı veya dişeti çekilmesine bağlı olarak dentinin açığa çıkmasıyla oluşur. Dişeti çekilmesi daha sık gözlenen nedendir. Kurallara uygun olarak yapılan diş fırçalama mineyi uzaklaştırmaz fakat dişeti çekilmesinin etiyolojisinde yer alır (Addy ve Hunter 2003).

Açığa çıkmış olan dentin dokusu her zaman hassas değildir. "Lezyon lokalizasyonu" gerçekleştikten sonra ikinci aşama dentin hassasiyetinde "lezyonun oluşumu"dur. Dentin tübüllerini tıkayan smear tabakası veya tubuler tıkaçlar yok olduğunda lezyon gelişmiş olur (Dababneh ve ark 1999). Abrazyon ve erozyon bu olaydan sorumlu tutulabilir, fakat asit erozyonu en sık görülen sebeptir (Addy ve Hunter 2003). Plak dentin hassasiyetinde önemli bir faktör değildir; çünkü hassasiyeti olan hastalar iyi plak kontrolü yapmaya genelde yatkındırlar (Yoshiyama ve ark 1990, Al-Wahadni ve Linden 2002). Plak, tek başına dentin hassasiyetine sebep olamaz ya da ağrı için uyarıcı etkeni oluşturamaz (Addy ve ark 1987).

Dentin hassasiyeti periodontitis hastalarında daha sık olarak görülür (Chabanski ve ark 1996, Rees ve ark 2003). Subgingival alanda kök yüzey temizliği, kök yüzeyi düzleştirmesi veya periodontal cerrahi gibi işlemler sonrası geçici hassasiyet oluşabilir (Von Troil ve ark 2002). Hassasiyet, diş beyazlatma ve restoratif işlemler sonrası da ortaya çıkabilir (Haywood 2002).

1.2.2. Dentin Hassasiyetinin Oluşum Teorileri

Dentin hassasiyetinin oluşum mekanizmasının açıklanması için pek çok teori geliştirilmiştir (West 2008). Bunlar;

- Odontoblastik Transdüksiyon Teorisi
- Nöral Teori
- Hidrodinamik Teori 'dir.

Odontoblastik Transdüksiyon Teorisi

İlk hipotezlerden olan bu teorinin diğer adı 'dentin reseptör mekanizması'dır. Bu teoriye göre, odontoblastik uzantılar dentin yüzeyinde ekspoze olabilirler ve kimyasal, mekanik uyarılardan etkilenebilirler. Kimyasal ve mekanik uyaranlar nörotransmitterlerin salınımına sebep olur ve uyarılar sinir uçlarına iletilir. Ama yapılan çalışmalarda odontoblast uzantılarından nörotransmitter salındığına dair herhangi bir kanıt elde edilememiştir. Bu yüzden bu teori kabul görmemiştir (Bartold 2006).

Nöral Teori

Odontoblastik teorinin uzantısı olan bu teoriye göre termal, kimyasal veya mekanik uyaranlara karşı, doğrudan pulpa içerisindeki sinir lifleriyle ilişkide bulunan ve dentin tübüllerinin içinde yer alan sinir uçlarının uyarılması sonucu ağrı oluşur (Bartold 2006). Kök dentininin dış tabakalarında miyelinsiz sinir liflerinin varlığının gösterilmesi (Frank ve Steuer 1988) ve bu sinir sonlanma alanlarında nörojenik polipeptitlerin bulunması (McGrath 1986) bu teoriyi desteklese de konuyla ilgili çok kesin sonuçlar yoktur. Bu teori günümüzde kabul görmemektedir.

Hidrodinamik Teori

Dentin hassasiyetini açıklamada en çok kabul gören hipotez hidrodinamik teoridir (Hall ve ark 2000, Addy 2002). Bu teori ilk kez 1900 yılında Gysi (1900) tarafından öne sürülmüştür. 1960'lı yıllarda Brannstrom ve ark. (1963) Gysi'nin hipotezi üzerine çalışmış ve hassasiyetin hidrodinamik mekanizma ile oluştuğunu ileri sürmüştür. Bu teori dentin tübülleri içindeki sıvının termal, fiziksel ve osmotik değişiklikler ile yer değiştirdiği ve bu hareketin baroreseptörleri uyararak nöral aktiviteye sebep olduğunu savunmaktadır (Brannstrom ve ark 1979). Teoride tübül genişliği çok önemlidir. Hassas dişler diğerlerine göre sekiz kat daha fazla sayıda ve iki kat fazla genişlikte tübüllere sahiptirler (Brannstrom ve ark 1979). Sıvı akışında tübül genişliğinin önemi büyüktür. Küçük çaplı tübüllerde de yüksek sıvı akış hızı oluşabilir ve oluşan bu durum ağrıyı tetikleyebilir (Absi ve ark 1987). Artan sıvı akışı dentin boyunca basınç değişikliğine sebep olur. Bu değişiklik mekanoreseptör etki ile A delta (A-δ) sinir liflerini deforme eder ve sonuç olarak keskin bir ağrı gelişir (Vongsavan ve Matthews 1992).

Pulpanın nöral duyusunu trigeminal sinir dallarından olan miyelinize ve non-miyelinize C lifleri sağlar. Miyelinsiz lifler, hidrodinamik teoride önerilen sıvı hareketi sonucunda uyarılır ve sonuçta kısa ve keskin ağrının oluşmasına yol açar (Andrew ve Matthews 2000).

Genelde, farklı uyaranlarla sinir liflerinin uyarılması hidrodinamik teoriyle açıklanır. Örneğin, ekspoze dentin yüzeyinde buharlaşma sonucu oluşan hava hareketi dentin sıvısını dehidrate yüzeye doğru harekete geçirir. Bunun sonucunda sinirsel uyarım gerçekleşir ve ağrı hissiyle sonuçlanır. Benzer bir durum olan ısı değişimi, dentin tübüllerinin daralmasına ya da genişlemesine sebep olarak dentin sıvısının hareket etmesine yol açar. Bu hareket sinir liflerini etkileyerek ağrıya yol açar. Şeker, asid ve tuz da osmotik değişiklere yol açarak dentin tübüllerinin içindeki sıvıyı hareket ettirebilir. Fiziksel uyaranı bu teori ile anlatmak daha zordur. Ekspoze olmuş dentin yüzeyindeki mekanik abrazyon dentin tübüllerindeki sıvıyı hareket ettirmek için yeterli olabilir. Bu hareket ile sinir lifleri uyarılıp, ağrı olarak algılanabilir (Bartold 2006).

1.2.3. Dentin Hassasiyetinde Ayırıcı Tanı

Dental problemlerin çoğunluğu, dentin hassasiyetindekine benzer ağrı semptomları gösterebilir. Dolayısıyla dentin hassasiyeti tedavisine başlamadan önce doğru teşhis büyük önem taşır. Bu nedenle kesin tanı için dişler aşağıdaki durumlar açısından da incelenmelidir (Dowell ve ark 1985).

- Dişte kırık varlığı
- Restorasyon kenarındaki sızıntı
- Kırık restorasyon
- Yanlış yerleştirilmiş dentin pini
- Diş çürüğü
- Kesici kenarda aşınmaya bağlı incelme (Chipped teeth)
- Palato-gingival oluk
- Beyazlatma sonrası oluşan hassasiyet
- Dişeti çekilmesi
- Dişeti iltihabı

Bütün bu durumlar göz önünde bulundurularak iyi bir anamnez alınıp ayrıntılı klinik ve radyografik muayenenin yapılması gerekmektedir.

1.2.4. Dentin Hassasiyetinin Tedavisi

Genel olarak dentin hassasiyetinin tedavisinde temel olarak iki farklı tedavi modeli vardır (West 2008).

1. Dentin tübüllerindeki sıvı akış hızının değiştirilmesi,
2. Pulpal sinirin duyarlılığının azaltılması, uyarana karşı cevabın değiştirilmesi veya bloklanmasıdır.

Dentin hassasiyeti tedavisinde kullanılan materyallerde bulunması gereken özellikler 1935 yılında Grossman tarafından şu şekilde tariflenmiştir; (Dababneh ve ark 1999);

- Pulpayı irrite etmemeli
- Uygulama sırasında ağrı vermemeli
- Uygulanması kolay olmalı
- Etkisi uzun sürmeli
- Boyar madde olmamalı
- Hızlı etki edebilmeli
- Kalıcı bir etkinliğe sahip olmalıdır.

Hassasiyet giderici ajanlar evde kullanılanlar ve profesyonel (klinikte kullanılan) ajanlar olarak iki grupta incelenebilir. Evde uygulanan yöntemler daha kolay ve ucuzdur. Birçok dişi etkileyerek yaygın DH'yi tedavi edebilir. Klinikte uygulanan tedaviler daha komplekstir ve genellikle bir ya da birkaç dişi hedef alarak lokal DH tedavisi yapar (Swift Jr 2004).

Kimyasal veya fiziksel ajanlar sinirleri desensitize etmek veya açığa çıkmış dentin tübüllerini tıkamak için kullanılmıştır (Bartold 2006). Kimyasal ajanların etki mekanizması tam olarak bilinmese de dentin tübüllerinin girişlerini tıkadığı, protein çökeltilmesi ve peritübüler dentin mineralizasyonu sağladığı, sklerotik dentin oluşumunu indüklediği düşünülmektedir (Greenhill ve Pashley 1981). Bu kimyasal ajanlardan bazıları florit bileşikleri (Singal ve ark 2005), kalsiyum hidroksit (Trowbridge ve ark 1982), potasyum iyonu içeren formüller (Pillon ve ark 2004), anti-enflamatuvar ajanlar (Lone ve Finger 2002) olup literatürde incelenmiş

kimyasallardır. Fiziksel ajanlar ise dentin yüzeyinde makroskopik bir bariyer oluşturarak dentin yüzeyini ağız ortamından izole ederler. Dentin hassasiyetinde kullanılan fiziksel ajanlar kompozitler, rezinler, cilalar, simanlar, yumuşak doku greftleri ve lazerlerdir (Demi ve ark 2009).

1.2.5. Dentin Hassasiyeti Tedavi Stratejileri

A) Sinir Desensitizasyonu

Potasyum Nitrat

Potasyum nitratın etki mekanizması büyük oranda bilinmemekle beraber oksitleyici etki gösterdiği veya tübülleri kristalizasyonla bloke ettiği ileri sürülmüştür (Hodosh 1974). Başka bir açıklama ise potasyum iyonlarının aktif bileşenler olduğu ve potasyum nitratın, potasyum iyonlarının depolarizan etkinliğine bağlı olarak dentin hassasiyetini azalttığı yönündedir (Markowitz ve Kim 1990). Bu açıklamanın aksine potasyum nitrat, potasyum klorür ve potasyum sitrat içerikli hasssiyet giderici ürünlerin intradental sinirlerin inhibe edilmesinde rol oynadıklarına dair yeterli kanıt bulunmadığı belirtilmiştir (Orchardson ve Gillam 1999).

Yapılan çalışmalarda potasyum nitratın çok iyi bir hassasiyet giderici ajan olduğu ileri sürülmüş (Hodosh 1974)**,** etkinliği %5 ve %10'luk biyoadeziv jeller ile gösterilmiş (Frechoso ve ark 2003) ve pulpada herhangi bir değişikliğe sebep olmadığı bildirilmiştir (Tarbet ve ark 1981).

B) Anti-enflamatuvar Ajanlar

Kortikosteroidler

Kortikosteroid gibi anti-enflamatuvar ajanların dentin hassasiyeti tedavisinde kullanılması önerilmiş, dentine uygulandığında peritübüler mineralizasyonu artırarak tübüllerde daralma ve tıkanma sağladığı gösterilmiş (Mjör 1967), fakat mineralizasyonu artırma mekanizması tam açıklanmamıştır (Krauser 1986).

C) Dentin tübüllerini kaplayan, tıkayan veya örten ajanlar

Kalsiyum hidroksit

Dentin hassasiyetinin tedavisinde kalsiyum hidroksitin etkili olduğunu belirten çalışmalar vardır (Levin ve ark 1973, McFall 1986). Etki mekanizmasının, kalsiyum iyonlarıyla gevşek protein radikallerinin bağlanması sonucu dentin tübüllerini tıkaması şeklinde olduğu ileri sürülmüştür. Böylelikle açığa çıkmış olan dentinde mineralizasyon artmaktadır (McFall 1986). Kalsiyum hidroksitin etkisinin, uygulamayı takiben başladığı ve 6 ay süreyle devam ettiği,. materyalin yüksek pH seviyesi sebebiyle dikkatli uygulanması gerektiği vurgulanmıştır (Levin ve ark 1973).

Çizelge 1.1. Dentin hassasiyeti tedavisindeki ajanlar ve yöntemler

1) Sinirin duyarsızlaştırılması • Potasyum nitrat
2) Anti-enflamatuvar ajanlar • Kortikosteroidler
3) Dentin tübüllerini tıkayan veya örten ajanlar a) Dentin tübüllerinin tıkanması ➢ İyonlar/Tuzlar • Kalsiyum hidroksit • Ferröz oksit • Potasyum oksalat • Sodyum monofluorofosfat • Sodyum florit • Sodyum florit/ Kalay florit kombinasyonu • Kalay (stannous) florit • Stronsiyum klorit ➢ Protein çökelticileri • Formaldehit • Gluteraldehit • Gümüş nitrat • Stronsiyum klorit heksahidrat ➢ Kazein fosfopeptitler ➢ Parlatmak(burnishing) ➢ Florit iyontoforetezi b) Dentin örtücüler ➢ Cam iyonomer simanlar ➢ Kompozitler ➢ Rezinler ➢ Vernikler ➢ Örtücüler ➢ Metil metakrilat
4) Periodontal plastik cerrahi uygulamaları
5) Lazerler
6) Protetik restorasyon

Arginin-Kalsiyum karbonat içeren hassasiyet patı

Arginin, doğal bir amino-asit formudur ve tükürükte ayrıca yoğurt, süt ve doğal bitkiler gibi gıdalarda az miktarlarda bulunabilmektedir. Yetersiz tükürük sekresyonunda tükürüğün tamponlayıcı etkisi azaldığı, çürük ve demineralizasyon riskinin arttığı, bu nedenle dentin hassasiyet şikayetlerinin artacağı belirtilmiştir (Kleinberg 2002). İdealde dentin hassasiyeti tedavisinin, doğal olanı taklit ederek, açığa çıkmış olan dentin tübüllerini kapatması gerektiği belirtilmiştir (Markowitz ve Pashley 2008). Bu fikirden yola çıkılarak Pro-argin teknolojisi geliştirilmiştir. Bu teknolojinin ana bileşenleri; fizyolojik pH'da pozitif yüklü aminoasit arginin, pH tamponu olarak kullanılan bikarbonat ve kalsiyum kaynağı olan kalsiyum karbonattır. Argininin ve kalsiyumun tükürükte yer alması, argininin ve kalsiyum karbonatın birlikte dentin tübüllerinde ve yüzeyinde dentin benzeri koruyucu bir tabaka oluşturması bu yaklaşımın ayrıcalıklı yanları olarak belirtilmiştir (Petrou ve ark 2009).

Hassas dişlere %8 arginin-kalsiyum karbonat patı uygulandığında semptomlarda anında azalma sağladığı ve tek uygulamayı takiben etkinin 28 gün boyunca devam ettiği gösterilmiştir (Kleinberg 2002).

Potasyum Oksalat

Dentin hassasiyeti tedavisinde oksalat bileşikleri de kullanılmıştır. Potasyum oksalatın dentindeki kalsiyum iyonlarıyla birleşerek dentin tübüllerini tıkadığı ve çözünmeyen kristaller oluşturduğu bildirilmiştir (Greenhill ve Pashley 1981). Dentin tabakasını kaplayan doğal smear tabakasının üzerine oksalatın uygulanmasıyla smear tabakası gibi davranan ve asite dirençli bir oksalat kristal tabakası oluştuğu bildirilmiştir (Pashley ve Galloway 1985).

Pillon ve ark.(2004) periodontal tedavinin ardından dentin yüzeyine %3'lük potasyum oksalat uygulamışlar ve tek uygulama sonrası dentin hassasiyetinin azaldığını bildirmişlerdir. Etkinin ikinci ve üçüncü haftanın sonunda anlamlı farkın devam ettiği saptanmıştır. Potasyum oksalatın sitotoksik etkisi nedeniyle klinik uygulamalarının sınırlı olduğu belirtilmiştir (Guo ve McMartin 2005).

Sodyum Florit (NaF)

Florit hassasiyet giderici ajan olarak kullanılabileceği ilk kez 1941 yılında Lukomsky tarafından ileri sürülmüş ve klinik bir araştırma ile kanıtlanmıştır (Hoyt ve Bibby 1943). Sodyum florit diş macunlarında ve topikal formlarda değişik konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Açığa çıkmış kök yüzeyinde etkili olduğuna dair çok sayıda çalışma vardır (Minkov ve ark 1975, Gedalia ve ark 1978, Kerns ve ark 1991). Topikal olarak uygulandığında, kalsiyum florit ($CaF_{2)}$ iyonlarının çökelmesini sağlayarak dentin yüzeyi üzerinde bariyer oluşturmaktadır (Ehrligh ve ark 1975). Floritin desensitize edici etkisinin, açığa çıkmış olan dentin tübüllerini tıkanması, uyarı iletiminin engellenmesi sonucu oluştuğu ileri sürülmüştür (Tal ve ark 1976). Çökelen kalsiyum florit iyonlarının kök yüzeyi üzerinde tutunma süresini uzatmak için de çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan bir tanesi florit içeren cilanın hassas yüzeylere uygulanması şeklindedir (Arends ve ark 1997, Gaffar 1998). Ancak NaF'ın cila olarak uygulama sonrası diş yüzeyinde uzun süre kalması sağlansa da fırçalama esnasında kolaylıkla uzaklaşabileceği ve etkisinin kısa sürebileceği belirtilmiştir (Lan ve ark 1999). Başka bir çalışmada ise florit cilasının etkili bir şekilde hassasiyeti azalttığı ve bu etkinin 24 hafta sürdüğü bildirilmiştir (Ritter ve ark 2006).

Kalay (Stannöz) Florit

Kalay florit sıvı bir solüsyon veya karboksimetil selüloz içeren gliserin jel içinde kullanıldığında dentin hassasiyetinin tedavisinde etkili olduğu bulunmuştur (Miller ve ark 1969). Yüksek mineral içeriği sayesinde açığa çıkmış olan dentin tübüllerinin üzerinde kalsifiye bariyer oluşturarak etki göstermektedir (Fuhseth 1970). Aynı zamanda dentin yüzeyine çökelerek de açığa çıkmış dentin tübüllerini tıkar (Addy ve Dowell 1983).

Flor İyontoforezi

İyontoforez işlemi, sodyum floritle birlikte kullanılarak elektirik akımı yardımı ile iyonsal hareketlilik yaratarak hassasiyetin giderilmesidir (McFall 1986). Yapılan çalışmalarda bu yöntemin etkisini kısa sürede gösterdiği; ama semptomların 6 ay sonra tekrar ortaya çıktığı belirtilmiştir (Kern ve ark 1989). Bu yöntemin yaygınlık kazanması için daha çok kontrol çalışmalarına ihtiyaç vardır (Gillam ve Newman 1989).

Formaldehit veya Gluteraldehit

Formaldehit ve gluteraldehitin, tükürük proteinlerini dentin tübülleri üzerine çökelterek dentin hassasiyetini tedavi ettiği ileri sürülmüştür. Bu maddenin etkinliği çeşitli çalışmalarda değerlendirilmiştir (Smith ve Ash 1964, Addy ve ark 1987).

Gluteraldehit dentin hassasiyeti belirtilerini azaltmada etkin bulunurken (Malferrari 1993), formaldehit etkisiz bulunmuştur (Addy ve ark 1987). Gluteraldehit bileşiğinin, dentin tübülleri içindeki serum albumin ile tepkimeye girerek bir protein tıkacı oluşturduğu; bu tıkaç sayesinde hidrodinamik mekanizmayı yok ettiği gösterilmiştir (Lone ve Finger 2002). Bu ajanlar çok kuvvetli doku fiksatifleri olduğu için, uygulama esnasında dişeti dokusuna temas ettirilmemesine azami dikkat edilmelidir (Bartold 2006).

Kazein Fosfopeptitler

Kazein fosfopeptid içeren patlar diş ağartma, protetik preparasyon veya ortodontik tedavi sonrası remineralizasyon yoluyla minede opak spot oluşumu veya dentin hassasiyetini önlemek üzere uygulanmaktadır (Somasundaram ve ark 2013). Potasyum nitrat (KNO_3) ve kazein fosfopeptit amorf kalsiyum fosfat içeren patlar ayrı ayrı uygulandığında her iki ajanın da hassasiyeti azaltmada etki gösterdiği, potasyum nitrat içeren patın etki gösterme süresinin daha kısa olduğu gözlenmiştir (Mahesuti ve ark 2013). Diş beyazlatma sonrası oluşan hassasiyetin tedavisinde kullanılan, %2 sodyum florit içeren ve %10 kazein fosfopeptit amorf kalsiyum fosfat içeren jeller etkisiz bulunmuştur (Maghaireh ve ark 2014).

Rezinler ve Adezivler

Dentin tübüllerinin rezin ve adezivlerle örtülmesinin dentin hassasiyeti tedavisinde etkili olduğu savunulmuştur (Johnson 1974). Genel olarak etkili olmalarına rağmen adeziv bağlantıların kırılmasıyla dentin tübüllerinin tekrar açılabileceği bildirilmiştir. Bu teknik yaygın dentin hassasiyetinden çok lokalize dentin hassasiyetinde kullanılmaktadır (Addy ve Dowell 1983). Servikal lezyonlarda açığa çıkmış dentin yüzeyine uygulanması sonucunda materyalde kırık olmadığı sürece etkilerinin kalıcı olduğu gösterilmiştir (Ling ve Gillam 1995).

Periodontal cerrahi

Açığa çıkmış kök yüzeylerini kapatmak için çok sayıda cerrahi teknik vardır. Bu teknikler;

- Laterale kaydırma flep
- Serbest dişeti greftleri
- Bağ dokusu
- Koronale kaydırılan flep

Bu prosedürler açığa çıkmış olan dentin tübüllerini kapatabilirler. Yalnız gösterdikleri etkiler sınırlı olabilir. Yumuşak doku grefti operasyonu öncesinde dikkatli bir planlama yapmak ve defektin anatomisi belirlemek gerekir. Genel olarak yumuşak doku grefti dentin hassasiyeti tedavisinde çok fazla tercih edilen bir yöntem değildir (Bartold 2006).

Lazerler

LASER *"Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation"* kelimelerinin baş harflerinden oluşan bir kısaltma olup, uyarılarak kuvvetlendirilmiş ışımayla elde edilmiş ışık anlamına gelmektedir (Aoki ve ark 2004, Ishikawa ve ark 2009). Lazerin fiziksel prensipleri Einstein'ın 1900'lerin başındaki teorilerinden geliştirilmiş olup ilk olarak 1960'da Maiman tarafından tanıtılmıştır (Aoki ve ark 2004).

Lazer görünebilir veya görünemeyen dalga boyunda (500 nm ile 10600 nm arasında) monokromatik bir ışıktır (Cobb 2006, Bains ve ark 2010). Lazer cihazının merkezinde amplifikasyonun oluştuğu optik boşlukta, iki uçta birbirine paralel iki ayna ve ortalarında lazer türüne adını veren kimyasal elementler vardır. Bu elementler bileşim veya moleküler halde iken, gaz, kristal veya katı yarı iletken formdadırlar. Lazer enerjisi fototermal etkilidir (Coluzzi 2004, Bains ve ark 2010). Biyolojik dokularla karşılaştığında lazer ışınının bir kısmı absorbe olur, bir kısmı doku derinliklerine iletilir (transmisyon) geri kalanı ise yansıma ve saçılmaya uğrar. Etkileşimin şekli temelde ışının dalga boyuna bağlıdır (Aoki ve ark 2004, Ishikawa ve ark 2009).

Dentin hassasiyeti tedavisinde kullanılan lazerler 2 gruba ayrılmaktadır (Kimura ve ark 2000);

- Düşük çıkış güçlü lazerler (He-Ne(helium-neon), GaA1As (diode))
- Orta çıkış güçlü lazerler (Nd:YAG ve CO_2 lazer (Kimura ve ark 2000).

He-Ne Lazer

He-Ne lazer dentin hassasiyeti tedavisinde ilk kez (Senda ve ark 1985) tarafından 6mW çıkış gücü ile kullanılmıştır. Atımlı (5Hz) ve devamlı dalga şeklinde 2 modu vardır. Mekanizması tam olarak bilinmemektedir ancak hassasiyet giderici etkinliği %5.2-100'e kadar geniş bir aralıkta değişmektedir (Kimura ve ark 2000).

Fizyolojik deneylere göre ışınlama, periferal A veya C sinir uçlarını etkilememektedir (Jarvis ve ark 1990) ancak sinir dokusunda aksiyon potansiyelini artırmaktadır. Sağlıklı sinirde tek bir transkutanöz ışınlamayı takiben aksiyon potansiyelinin %33 oranda arttığı, bu etkinin 8 ay süre ile etkili olduğu bulunmuştur (Rochkind ve ark 1986). He-Ne lazerin 6 mW'lık ışınlaması morfolojik olarak mine ve dentin yüzeyini etkilememektedir, fakat lazer enerjisinin bir kısmı mine ve dentini geçerek pulpa dokusuna ulaşır. Düşük enerjili lazerlerde cilt yanığı ya da hücre hasarı tehlikesi yoktur (Strang ve ark 1988).

Diyot (GaAIAs) Lazer

Bu lazeri dentin hassasiyeti tedavisinde ilk kez (Matsumoto ve ark 1985) kullanmıştır. Dentin hassasiyeti tedavisinde diyot lazerin 3 dalga boyu tercih edilmiştir (780, 830 ve 900nm) (Kimura ve ark 2000). Diyot lazer 780nm dalga boyunda, sürekli ayarda, enerji çıkış gücü 30mW, ışınlama süresi 0.5-3 dakika olarak kullanıldığında, tedavi etkinliği %85-100 arasında saptanmıştır. Sürekli ayarda, dalga boyu 830nm, çıkış gücü 20-60mW, ışınlama süresi 0.5-3 dakika olduğunda tedavi etkinliğinin %30-100 arasında değiştiği, 900 nm dalga boyunda ise %73.3-100 arasında olduğu belirtilmiştir.

Bu tip düşük enerjili lazerlerin baskılanmış sinir iletiminde azalmaya neden olarak analjezik bir etki gösterdiği bildirilmiştir (Kimura ve ark 2000). Diyot lazerin maksimum gücü olan 60 mW'ın dentin veya mine morfolojisini etkilemediği fakat

830 nm dalga boyunda lazer ışınının küçük bir kısmının pulpaya ulaştığı kaydedilmiştir (Watanabe ve ark 1991).

Nd:YAG Lazer

Nd:YAG lazer orta çıkış güçlüdür, dentin hassasiyeti tedavisi için ilk kez (Matsumoto ve ark 1985) kullanmıştır. Enerji gücü 0.3-10W arası değişmekle beraber sıklıkla 1 veya 2W güçte uygulanmaktadır. Işınlama yöntemi lazerin gücüne bağlıdır ve değişkendir. Tedavi etkinliği %51.5-100 arasında rapor edilmiştir (Kimura ve ark 2000).

Nd:YAG lazerin mine ve dentini geçerek pulpaya ulaşmasını engellemek üzere absorbsiyonu destekleyici olarak siyah mürekkep ile kullanılması önerilmiş, tedavi etkinliğinin kullanıldığında daha iyi olduğu belirtilmiştir (Morioka ve ark 1984, Gelskey ve ark 1993, Kobayashi ve ark 1999, Yonaga ve ark 1999).

Nd:YAG lazerin dentin hassasiyeti üzerindeki etkisinin dentin tübüllerini tıkayarak (Liu ve ark 1997, Yonaga ve ark 1999) veya daraltarak, ya da bu etkinin yanı sıra doğrudan sinir analjezisi yoluyla gerçekleştiği düşünülmüştür (Whitters ve ark 1995). Lazerin sodyum pompası mekanizmasını engellediği, hücre membranının geçirgenliğini değiştirdiği ve/veya duyu aksonları sonlanmalarını geçici olarak bozduğu öne sürülmüştür (Myers ve McDaniel 1991). Yarı iletken (semiconductor) lazerle ışınlama çok yavaş ileten C-fibrillerinin depolarizasyonu yoluyla baskılayıcı etki gösterir. Aynı zamanda hızlı ileten Aβ fibrillerinin de baskılandığı rapor edilmiştir (Orchardson ve ark 1997). Nd:YAG lazerle dentin tübüllerini kapama derinliği 30mJ/atım ve 10pps ışınlamada 4µm bulunmuştur. Fakat bu değerin ışınlama parametrelerine bağlı olarak değiştiği gösterilmiştir (Liu ve ark 1997).

Nd:YAG lazer ve %5'lik florid cilasının kombine kullanılmasının dentin tübüllerini kapatmada oldukça etkili olduğu, daha fazla dentin tübülünün kapandığı SEM ile gözlenmiştir (Kumar ve Mehta 2005).

CO_2 Lazer

CO_2 lazer dentinde ilk kez 1972 yılında kullanılmıştır. Lazerle ışınlandığında dentin mineral içeriğindeki değişimler mikroradyografi ve "electron probe" analizleri kullanılarak araştırılmıştır. Normal dentine göre kalsiyum ve fosfor oranları daha

yüksek miktarda bulunmuştur. İnorganik içeriğin bu artışı organik bileşenin lazer enerjisi ile yanmasına bağlanmıştır (Kantola 1972). Bu çalışmanın devamı niteliğinde olan diğer bir çalışmada ışınlanmış olan dentin yüzeyinde rekristalizasyon oluştuğu radyografik diffraksiyon analizi kullanılarak gösterilmiştir (Kantola 1973).

CO_2 lazerin dentin hassasiyetine yönelik ilk kullanımı (Moritz ve ark 1996) tarafından yapılmış olup bunu diğer çalışmalar izlemiştir. Literatürde CO_2 lazerin dentin hassasiyetinde kullanılan çıkış güçlerinin 0,5 ve 1W olduğu, ışınlanma süresinin 0.5-5 sn aralığında değiştiği ve 5-10 kez tekrarlandığı, tedavi etkinliğinin %59,5 ile %100 arasında değiştiği rapor edilmiştir. Bu etkinin 3 ile 6 ay arasında sürdüğü bildirilmiştir (Moritz ve ark 1996, Moritz ve ark 1998, Zhang ve ark 1998).

Dentin hassasiyeti üzerindeki etkisini tübülleri kapatarak ya da daraltarak göstermektedir (Moritz ve ark 1995). Sinir aneljezisi oluşturduğa dair herhangi bir sonuç bulunmamaktadır. Dentin tübüllerinin ağzını kapatarak dentin hassasiyetini azalttığı bildirilmiştir (Bonin ve ark 1991). CO_2 lazer dentin dokusunda sıvı kaybına sebep olarak dentin hassasiyetinde geçici klinik rahatlamaya sebep olduğu rapor edilmiştir (Fayad ve ark 1996). Lazerle 0.3W ile 0.1sn ışınlandığında dentin tübüllerindeki elde edilen kapama derinliği 2-8µm ölçülmüştür (Kimura ve ark 1998).

Er:YAG Lazer

Er:YAG lazerin dalga boyunun (2940 nm) su tarafından absorbsiyonunun yüksek olması ve termomekanik ablasyon mekanizması sebebiyle tıbbi ve dental alanlarda yararlı olacağı düşünülmektedir (Pick ve ark 1985, Midda 1992, Aoki ve ark 1994). Su absorbsiyonu CO_2 lazerden 15 kat, Nd:YAG lazerden ise 20 000 kat daha büyüktür (Walsh ve ark 1989, Walsh ve Cummings 1994). Er:YAG lazerin dentin sıvısında yüzeyde buharlaşma sağlayarak dentin hassasiyetini azalttığı belirtilmiştir (Schwarz ve ark 2002). Diş sert dokuları içinde yer alan sıvıda mikro patlamalara sebep olarak doku yıkımı yaptığı gösterilmiştir (Cozean ve ark 1997, Fujii ve ark 1998).

Er:YAG lazerin (80 mJ/pulse, 3Hz) dentin hassasiyetini tedaviden hemen sonra anlamlı olarak azalttığı ve 6 ay boyunca etkinliğinin devam ettiği ifade edilmiştir (Schwarz ve ark 2002). Ayrıca *in vitro* ve *in vivo* olarak açık dentin

tübülleri sayısını düşürdüğü ve farkedilir derecede klinik iyileşme sağladığı bildirilmiştir (Watanabe ve ark 2003).

Nd:YAG lazerle Er:YAG lazer *in vitro* karşılaştırıldığında her ikisinin de dentin tübüllerini tıkadığı, 1W gücündeki Nd:YAG lazerin, 0.5W gücündeki Nd:YAG lazere ve 0.3W gücündeki Er:YAG lazere kıyasla dentin tübüllerini kapatmada daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Birang ve ark 2008). Bu iki lazerin performanslarına in vivo olarak bakıldığında, her ikisinin de kabul edilebilir terapötik sonuçlar verdiği ve bu sonuçların en az 6 ay boyunca devam ettiği, Nd:YAG lazerin semptomları azaltmada daha etkili olduğu görülmüştür (Birang ve ark 2007).

Dentin hassasiyetinde kullanılan bir diğer lazer türü ise, Er:YAG lazere benzerlik gösteren, Er,Cr;YSGG lazerdir. Pulpaya ve çevre dokulara zarar vermeden, sert dokuda etkili bir şekilde kullanıldığı belirtilmiştir (Hadley ve ark 2000). Bu lazer türü su molekülleri ve hidroksiapatitin yapısındaki hidroksil radikalleri tarafından yüksek oranda emildiği için mine ve dentinde ablasyon yaptığı görülmüştür (Eversole ve Rizoiu 1997). Er,Cr;YSGG lazerin sudaki yüksek emilimi dentin sıvısının ve smear tabakasının buharlaşmasına sebep olduğu, böylelikle çözünmeyen tuzların tübül ağızlarında birikerek dentin tübüllerini tıkadığı ileri sürülmüştür (Yilmaz ve ark 2011). Er,Cr:YSGG lazerin dalga boyu (2780 nm) Er:YAG lazerin dalga boyuyla (2940 nm) birbirine yakın olduğundan benzer etkiler gösterdiği bildirilmiştir (Hossain ve ark 1999).

Er,Cr:YSGG lazerin, uygulanma sonrası dentin hassasiyetini hızlı bir şekilde azalttığı ve gösterdiği bu etkinin 3 ay boyunca devam ettiği bildirilmiştir (Yilmaz ve ark 2011). Nd:YAG, Er,Cr:YSGG, CO_2 ve diyod lazerin dentin tübülleri üzerindeki tıkama etkisi in vitro olarak incelenmiş, diyod lazer hariç diğer lazerlerin peritübüler dentini eriterek tübülleri tamamen veya kısmen kapattığı gözlenmiştir. Dalga boyu 810nm olan diyod lazerin ise diğer lazerlere göre daha az kapanma sağladığı bulunmuştur (Gholami ve ark 2011).

Dentin hassasiyetinin tedavisi için çeşitli materyaller kullanılmış, ancak bunların hiç biriyle tam bir başarı elde edilememiştir. Bu çalışmada dentin hassasiyeti tedavisinde kullanılan Nd:YAG lazer, Er:YAG lazer, Gluma Desensitizer, dentin bağlayıcı ajan, asidüle fosfat florür jeli ve Nd:YAG, Er:YAG lazerin Gluma

Desensitizer ile kombinasyonlarının dentin tübüllerinin kapatılmasındaki etkisinin ve fırçalama karşısındaki kalıcılıklarının *in vitro* olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada hipotez; "uygulanan hassasiyet giderici ajanlar ve lazer tipleri arasında tübülleri kapatma ve tübüllerin çaplarını daraltma etkinliği açısından fark yoktur" şeklinde kurulmuştur.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu *in-vitro* çalışmada, 40 adet, çekim endikasyonu konmuş, gömülü 3. molar dişler kullanılmıştır. Yaşları 20-35 arasında değişen kişilerden çekilen alt ve üst molar dişlerden elde edilen örneklerin, gruplar arasında eşit dağılımına dikkat edilmiştir.

Çalışma "Selçuk Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Değerlendirme Komisyonu"ndan alınan 06.03.2014 tarih, 02 sayılı onay ile gerçekleştirilmiştir.

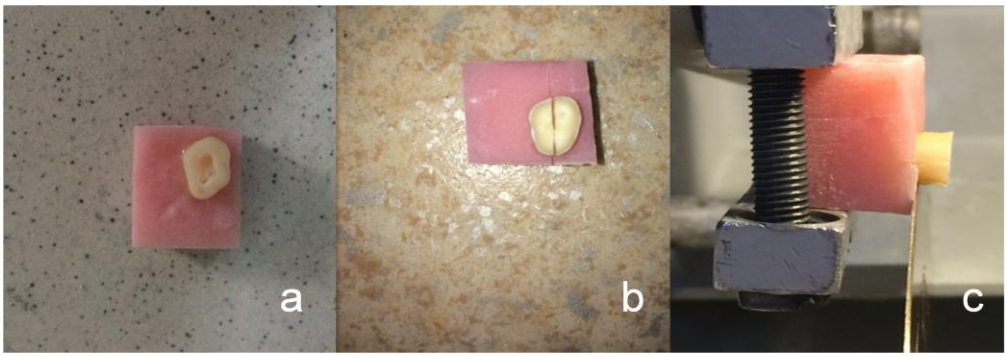
2.1. Örneklerin Hazırlanması

Çekilen dişler en fazla 3 ay sonra işleme tabi tutulacak şekilde deney gününe kadar timol içeren distile su içinde +4ºC'de saklandı. Akrilik bloklara gömülen 40 adet dişten düşük devirli testere* ile 3mm kalınlığında kesitler alındı (Şekil 2.1). Kök ve kuron mine-sement sınırından kesi yapılarak ayrıldı. Daha sonra dişin uzun aksına paralel olacak şekilde dikey ikinci bir kesi yapıldı. En son mine-sement sınırının 3 mm apikalinden, ilk kesiye paralel, yatay bir kesi daha yapılarak dişler 2 eşit parçaya ayrıldı (Şekil 2.2). Toplamda 80 örnek elde edildi. Yüksek devirli döner aletler kullanılarak, dentin bloklarının kök yüzeyi tarafında, 3x5 mm boyutlarında, dentin tübülleri açığa çıkartılacak şekilde sement tabakası uzaklaştırıldı (Şekil 2.3).

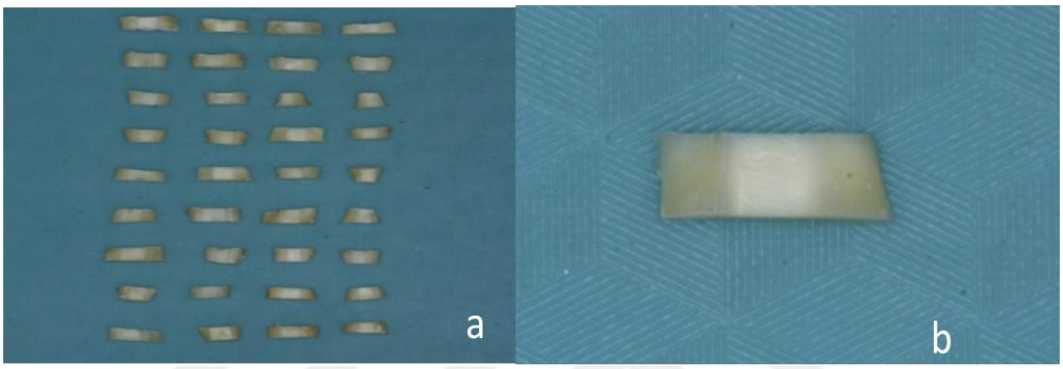


Şekil 2.1. Düşük devirli testere

* **IsoMet** Low Speed Saw; Buechler Ltd., Lake Bluff,IL, USA.



Şekil 2.2. Örneklerin elde edilmesi a) Kronun kesilmesi, b) Dikey kesi, c) Mine-sement sınırının 3mm apikalinden paralel kesi yapılması



Şekil 2.3. a) Elde edilen örnekler b) Sement kaldırıldıktan sonraki görünüm

Smear tabakasını kaldırmak için örneklerin yüzeyine 8dk süre ile %1'lik sitrik asit uygulanarak smear tabakası kaldırıldı ve dentin tübülleri açığa çıkarıldı. Yüzeyler distile su ile yıkandı, kurutuldu. Elde edilen 80 adet dentin örneği 8 eşit gruba ayrıldı. Bu gruplar ve yapılan uygulamalar Çizelge 2.1 de yer almaktadır. Çalışmada kullanılan hassasiyet giderici ajanlar ise Çizelge 2.2 de verilmiştir. Her bir gruptaki 5 dentin örneği uygulamayı takiben 4 saat boyunca yapay tükürükte bekletilip, elektrikli diş fırçasıyla[Ω] 30 sn boyunca fırçalandı.

[Ω] Oral-B™ elektrikli fırça

Çizelge 2.1. Örneklerin deney gruplarına göre dağılımı ve uygulamalar

Grup	Örnek sayısı	İşlem
Kontrol	10	Kontrol Grubu(Sitrik asit)
Flor	10	A.P.F Jeli Uygulaması
Bond	10	Clearfill™ SeBond Uygulaması
Gluma	10	Gluma Desensitizer Uygulaması
Nd:YAG	10	Nd:YAG Lazer Uygulanması
Er:YAG	10	Er:YAG Lazer Uygulanması
Nd:YAG +G	10	Nd:YAG + Gluma Uygulanması
Er:YAG +G	10	Er:YAG + Gluma Uygulanması

Çizelge 2.2. Çalışmada kullanılan materyaller

Materyal	İçerik	Üretici Firma
Clearfill SeBond	Self-etching primer: MDP, HEMA Hidrofilik dimetakrilat dikamfarokinon N;N- diethanol-ptoluidine, su Adeziv rezin: MDP, Bis-GMA HEMA, hidrofobik dimethakrilat di-kamfarokinon, N,N-diethanolptoluidine, silanlanmış kolloidal silika	Kuraray Noritake Dental, Tokyo, Japan
GLUMA Desensitizer	(2-hydroxyethyl) methacrylate, glutardialdehyde, 5% glutaraldehyde, 35% HEMA ve su	Heraeus Kulzer GmbH Grüner Weg 11, D-63450 Hanau, Almanya
Topex® 60 Second Topical A.P.F Gel	Flavor, Hydrofluoric acid, phosphoric acid, purified water, sodium benzoate, sodium fluoride, sodium saccharin, xylitol	Sultan Healthcare, Englewood, USA

2.2. A.P.F (asidüle fosfat florür) Jeli Uygulanması

Örneklere A.P.F jel (%1.23 florit iyonlu asidüle fosfat florür) tüm yüzeyi örtecek şekilde uygulandıktan sonra 4dk boyunca beklendi (Şekil 2.4). Sürenin sonunda fırça yardımıyla flor jeli örneklerden uzaklaştırıldı.



Resim 2.4 a) A.P.F Jeli b) Jelin uygulanması

2.3. Dentin Bonding Ajanı (Clearfil™ Se Bond) Uygulanması

Örnek yüzeylerine metakrilat içerikli dentin bonding ajanı uygulandı (Şekil 2.5). Tek kullanımlık fırça ile primer uygulanıp 20sn beklendi, hafif basınçlı hava ile 10sn boyunca kurutuldu. Primer uygulamasını takiben bond uygulanıp, kurutulup, 10sn boyunca ışınlandı.



Resim 2.5 Dentin bondin ajanının uygulanması

2.4. Gluma Desensitizer Uygulanması

Örneklere metakrilat ve gluteraldehit içeren Gluma Desensitizer ajanı uygulandı (Resim 2.6). Yüzeyler kurutulduktan sonra mikro fırçalar yardımıyla 20 sn boyunca Gluma uygulandı, 10 sn boyunca hafif basınçlı hava ile kurutuldu. Bu işlem toplamda üç kere tekrarlandı.



Resim 2.6. Gluma Desensitizer

2.5. Nd:YAG Lazer Uygulanması

Çalışmada dalga boyu 1.064nm olan Nd:YAG lazer cihazı[Φ] kullanıldı. Örneklere 1mm uzaktan 300µm quartz fiber optik uçla, dik açıyla tarama hareketi yaparak, hava soğutması altında su olmadan 40sn boyunca lazer uygulaması yapıldı. Kullanılan lazer parametreleri kullanıcı talimatına göre enerji çıkışı 100mJ/pulse, frekansı 10Hz, atım aralığı 180ms olacak şekilde ayarlandı (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. a)Fotona lazer b)Nd:YAG lazer uygulanması c)kullanılan cihaz ayarları

2.6. Er.YAG Lazer Uygulanması

Çalışmada dalga boyu 2.940nm olan Er:YAG lazer[Φ] kullanıldı. Lazer, örneklere 3-4mm uzaklıktan hava ve su soğutması altında 10sn boyunca non-kontakt başlık (R02-C) ile dik olarak uygulandı. Cihazın parametreleri enerji çıkış gücü 60mJ/pulse, frekansı 30Hz, atım aralığı 180ms olacak şekilde ayarlandı (Şekil 2.8).

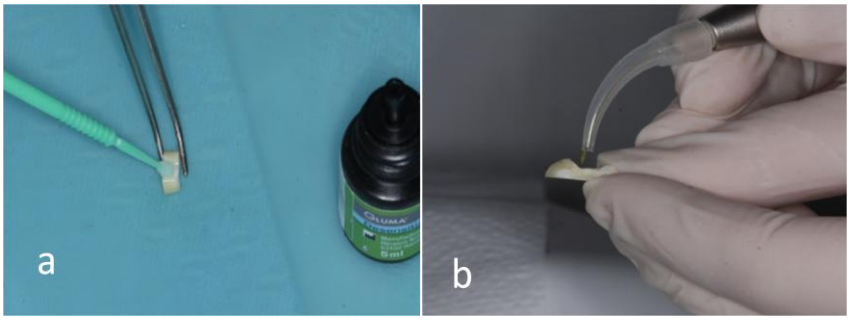
[Φ] Fotona, AT Fidelis Plus III, USA



Şekil 2.8 a)Fotona lazer b)Er:YAG lazerin uygulanması c)kullanılan cihaz ayarları

2.7. Gluma Desensitizer + Nd:YAG Lazer Uygulanması

Örneklere 20sn önce Gluma desensitizer, takiben enerji gücü 100mJ, frekansı 10Hz, atım aralığı 180ms olan Nd:YAG lazer, 1mm mesafeden, 15sn boyunca uygulandı (Şekil 2.9). Bu işlem, belirten sırayla, bütün örnekler için 3 kez tekrarlandı.



Şekil 2.9. Örneklere a)Gluma uygulanması b)Nd:YAG lazer uygulanması

2.8. Gluma Desensitizer + Er:YAG Lazer Uygulanması

Örneklere önce 20sn Gluma desensitizer, sonrasında enerji gücü 60mJ, frekansı 30Hz olan Er:YAG lazer 4mm uzaktan 4sn boyunca uygulandı. Bu işlem bütün örnekler için 3 kez tekrarlandı.

2.9. Örneklerin Fırçalanması

Tüm gruplardaki örneklerin yarısı hassasiyet giderici uygulamaları takiben 4 saat boyunca yapay tükürük (1.0 mM $CaCl_2$, 2.0 mM KH_2PO_4, 50 mM KCl, %0.01 NaN_3, 1 M KOH 1.0 mM CaCl2, 2.0 mM KH_2PO4, 50 mM KCl) içerisinde etüvde (37°) bekletildi. Daha sonra distile su-yapay tükürük içinde elekrikli diş fırçasıyla (Oral-B™ elektrikli fırça) 30sn boyunca fırçalandı (Şekil 2.10)



Şekil 2.10. İşlem yapılmış örneklerin a) 37°etüvde bekletilmesi b) elektrikli diş fırçası uygulanması.

2.10. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi

Taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizi Selçuk Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde gerçekleştirildi.

Hassasiyet giderici uygulamalardan sonra SEM analizi öncesi örnek yüzeyleri %96'lık etanol ile yıkandı, hava ile hafifçe kurulandı. Örneklerin işlem görmüş yüzeyi altın kaplama cihazı[ϒ] (Şekil 2.11) ile kaplandı (Şekil 2.12). Hazırlanan yüzeyler x1000, x2000 ve x5000 büyütme ile SEM[∂] altında incelendi,

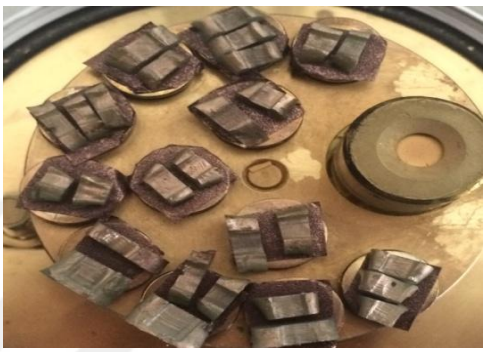
[ϒ] Sputter Coater 108 Auto, Cressington Scientific Instruments Ltd., Watford, İngiltere
[∂] SEM-ZEİSS LS-10, İngiltere

mikrofotoğraflar alındı. Her bir örnek yüzeyinde 5 farklı bölgeden x2000 büyütmede 5 adet mikrofotoğraf alındı. Her grup için toplamda 25 adet mikrofotoğraf incelendi.

Alınan mikrofotoğraflardan, x2000 büyütmede, açık kalan dentin tübüllerinin sayısı, çapı ve fırçalama sonrası açılan tübül sayısı değerlendirildi. ImageJ programı ile tübüller sayıldı ve çapları ölçüldü. Tübül çapının ölçümünde mikrofotoğrafta yer alan bar referans olarak kullanıldı. İncelenen tübüllerden sadece dairesel çapa sahip olanlar değerlendirmeye alındı.



Şekil 2.11. Altın kaplama cihazı



Şekil 2.12. Altın kaplanmış yüzeyler

2.11. Verilerin İstatiksel Analizi

Elde edilen verilerin istatiksel analizi SPSS 17.0 paket programı kullanılarak yapıldı. Veriler değerlendirilirken parametreler normal dağılıma uygunluk göstermediği için parametrelerin gruplar arası çoklu karşılaştırmalarında Kruskal Wallis testi ve farklılık çıkan grubun ikili karşılaştırmasında Mann Whitney U test kullanıldı. Anlamlılık $p<0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

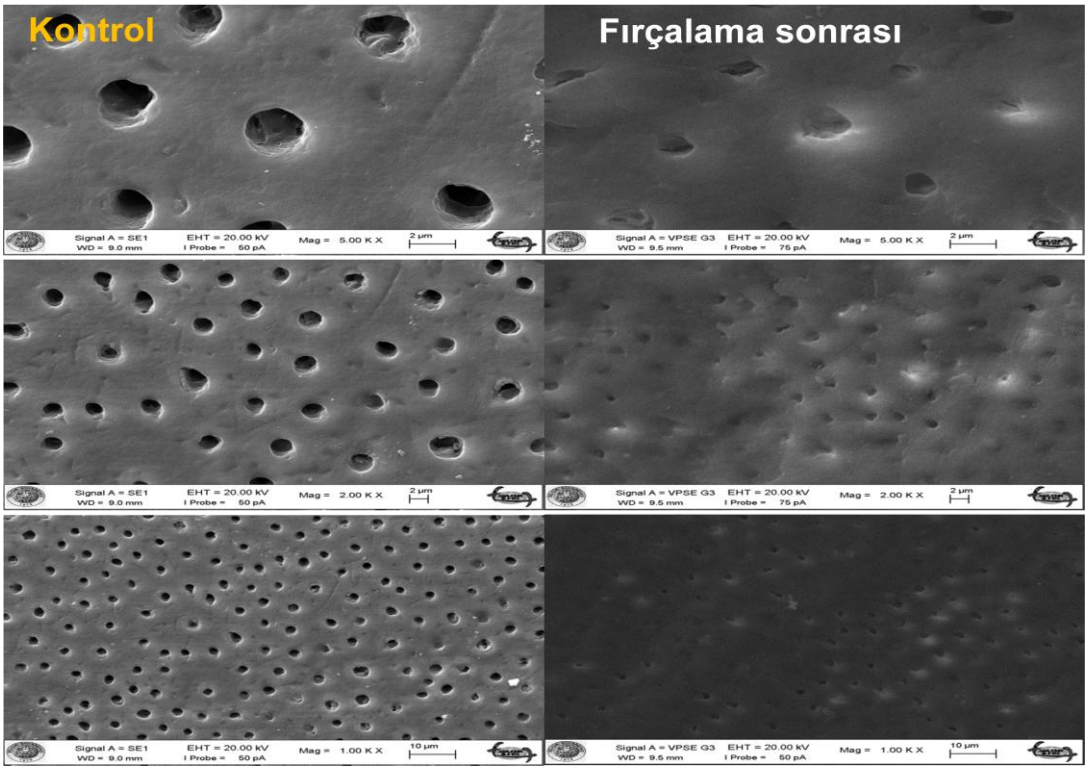
3. BULGULAR

Çalışma 8 grupta 80 dentin örneği üzerinde tamamlandı. Hassasiyet giderici ajanlar uygulandıktan sonra açık kalan tübül sayıları, tübül çapları ve fırçalama sonrası açılan tübül sayılarından elde edilen veriler ve SEM bulguları değerlendirildi. Çalışmada araştırılan bütün uygulamalar sonrasında elde edilen sonuçlar kontrol grubuyla kıyaslandığında açık dentin tübül sayısında anlamlı azalma görüldü ($p<0.05$) (Çizelge 3.1).

3.1. Dentin örneklerinin SEM Analizi

3.1.1. Kontrol Grubu

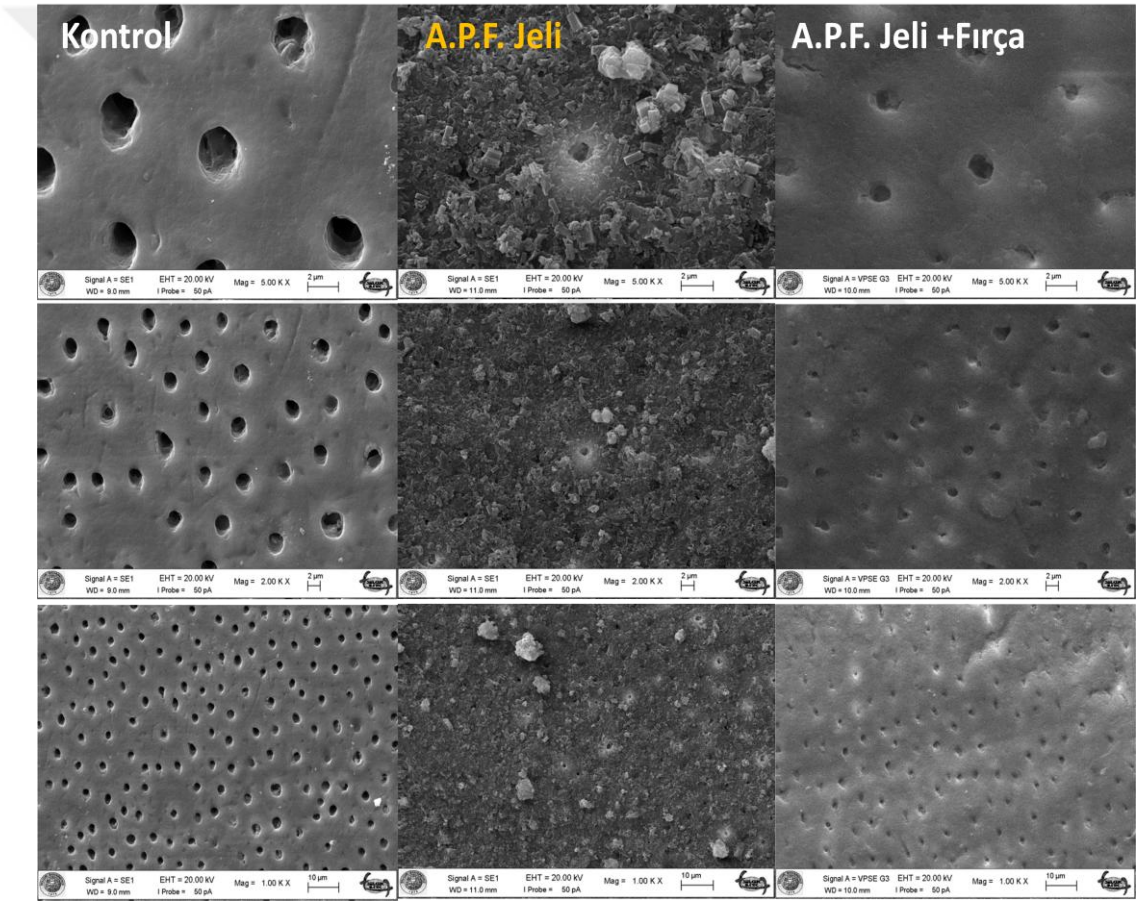
Kontrol grubu örneklerin SEM görüntülerinde sitrik asit uygulamasından sonra sement ve smear tabakasının tamamen uzaklaştığı, farklı çaplardaki dentin tübüllerinin açığa çıktığı, fırçalama sonrasında ise tübüllerin bir kısmının smear tabakasıyla kapandığı görüldü (Şekil 3.1). Kontrol grubu örneklerde tübül çapı 2,58±0,278µm olarak ölçüldü, 40,48±7,18 olan ortalama açık dentin tübülü sayısı, fırçalama sonrası 24,36±7,72 olarak belirlendi, aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.05$).



Şekil 3.1. Sitrik asit uygulanması ve fırçalama sonrası dentin yüzeyi ve dentin tübülleri

3.1.2. APF Jel Grubu

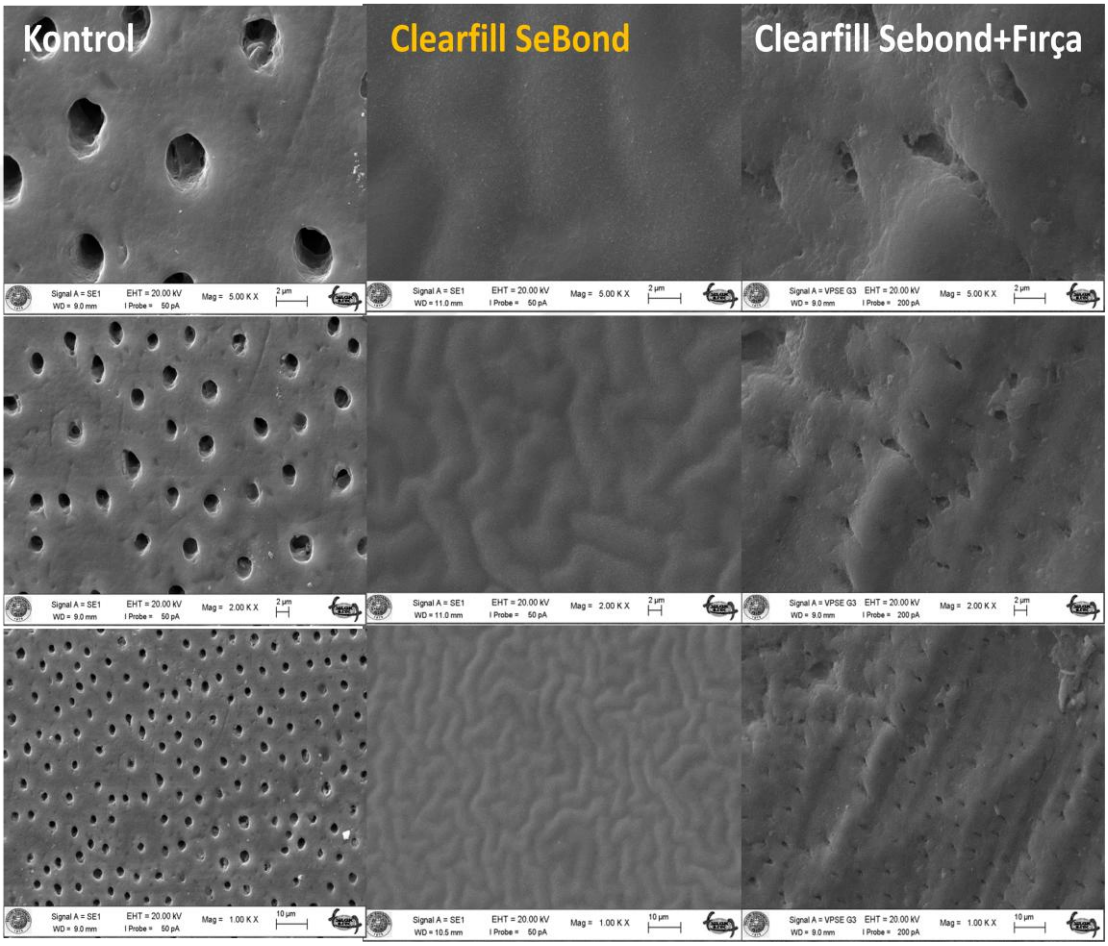
APF jel grubu örneklerinden alınan görüntülerde, yüzeyde CaF_2 kritallerinin oluştuğu ve bu kristallerin bazı bölgelerde birikerek tübülleri kapattığı veya daralttığı izlendi. Tübüllerin içerisinde de çok belirgin ama yaygın olmayan kristallere rastlandı. Fırçalamadan sonra tübülleri kapatan bu kristal yapıların bir kısmının uzaklaştığı görüldü (Şekil 3.2). APF grubu örneklerde uygulama sonrası ortalama açık dentin tübülü sayısı 6,44±2,23, tübül çapı 0,76±0,17µm olarak ölçüldü. Fırçalama sonrası açık tübül sayısında artışa (15,84±4,11) rağmen, kontrol örnekleriyle arasındaki fark yine de istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.05$) (Çizelge 3.5)



Şekil 3.2. APF Jeli uygulaması ve fırçalama sonrasında dentin yüzeyi ve dentin tübülleri

3.1.3. Dentin Bonding Grubu (Clearfill SeBond)

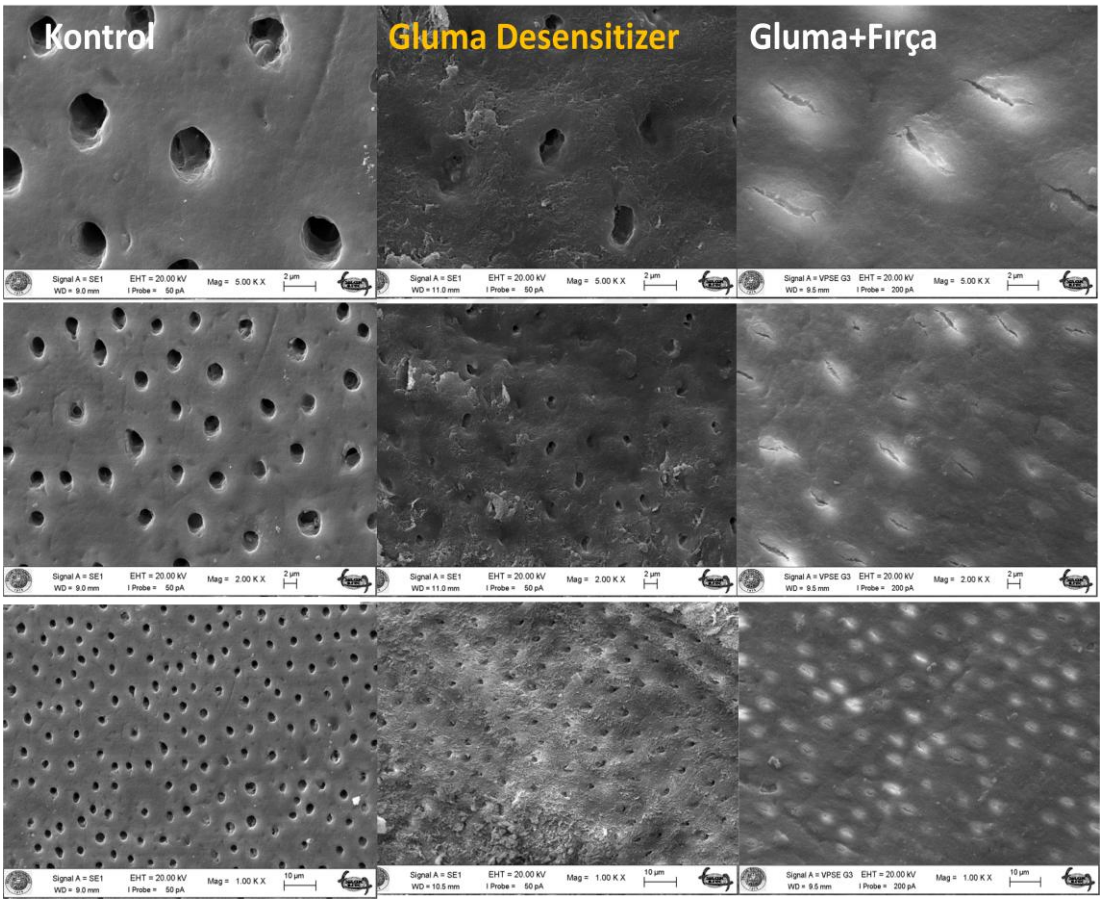
Bu gruptan örneklerde uygulama sonrası bütün dentin yüzeyinin tamamının kalın bir rezin tabakayla kaplandığı, ancak fırçalama sonrasında rezin tabakanın belirli bölgelerde kalkarak dentin tübüllerinin açığa çıktığı görüldü (Şekil 3.3). Dentin bonding grubu örneklerde uygulama sonrası açık dentin tübülü kalmazken (0.00±0.00), fırçalama sonrası ortalama açık tübül sayısı 16,44±6,86 olarak belirlendi, kontrol örnekleri ile aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.05$).



Şekil 3.3. ClearFill SeBond uygulaması ve fırçalama sonrası dentin yüzeyi ve dentin tübülleri

3.1.4. Gluma Desensitizer Grubu

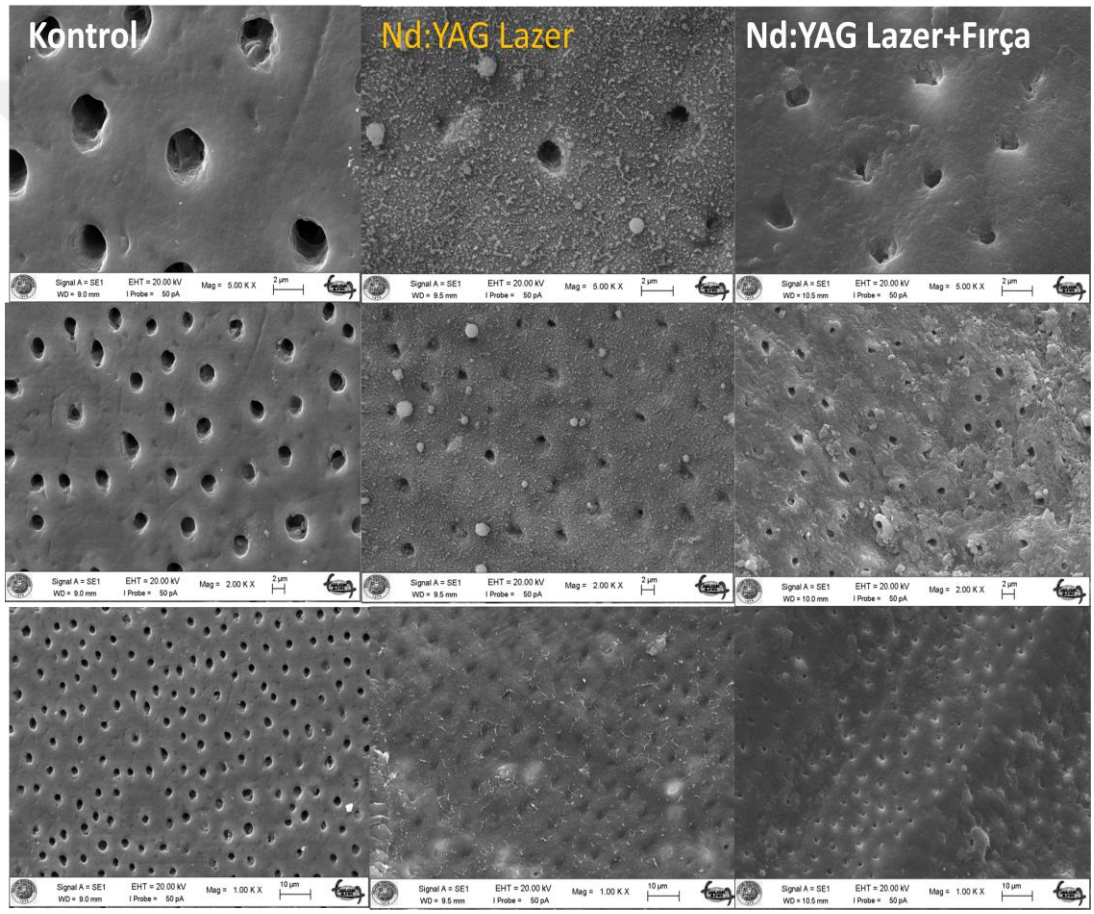
Bu grup örneklerde dentin tübül ağızlarının ya tamamen kapandığı, ya da açık kalanların çaplarının gözle görülür biçimde daraldığı izlendi. Fırçalama sonrasında dentin tübüllerinin bazılarında açılma eğilimi gözlendi (Şekil 3.4). Gluma Desensitizer uygulaması sonrası örneklerde ortalama açık dentin tübülü sayısı 9,68 ±2,30, tübül çapı 0.90±0.12µm olarak ölçüldü. Fırçalama sonrası açık tübül sayısı az bir artış göstererek 12,36±4,65 olarak belirlendi, kontrol örnekleri ile aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.05$).



Şekil 3.4. Gluma Desensitizer uygulanması ve fırçalama sonrası dentin yüzeyi ve dentin tübülleri

3.1.5. Nd:YAG Grubu

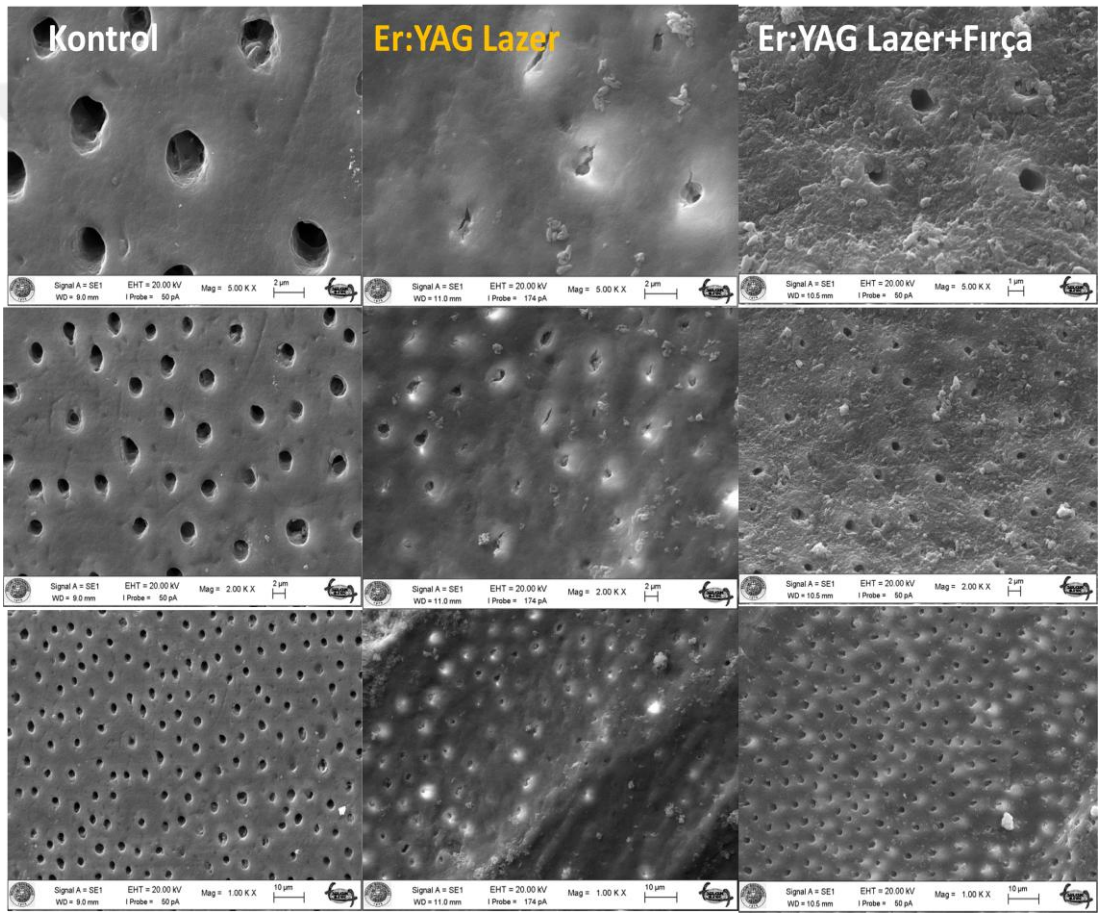
Bu gruptan alınan görüntülerde Nd:YAG lazer uygulaması sonrası tübüllerin periferindeki dentinin erimesiyle tübüllerin tıkandığı ya da çaplarının daraldığı görüldü, ancak fırçalama sonrası kapanan tübüllerin bir kısmında açılma meydana geldi (Şekil 3.5). Nd:YAG lazer grubu örneklerde ortalama açık kalan dentin tübülü sayısı 14,20 ±4,10, tübül çapı 1,08±0,10µm olarak ölçüldü. Fırçalama sonrası açık tübül sayısı 16,32±6,54 olarak belirlendi, kontrol örneklerine göre aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.05$).



Şekil 3.5. Nd:YAG lazer uygulaması ve fırçalama sonrası dentin yüzeyi ve dentin tübülleri

3.1.6. Er:YAG Lazer Grubu

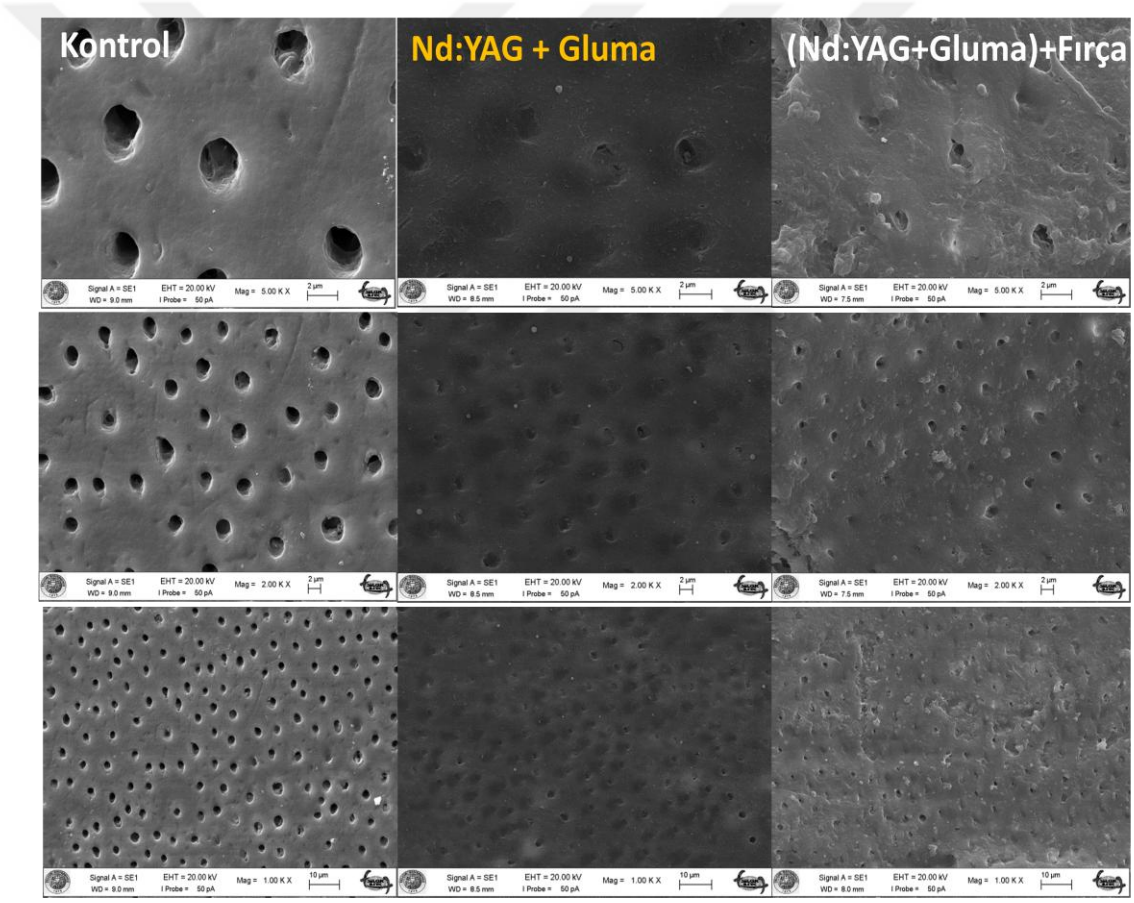
Er:YAG lazer uygulanan örneklerden alınan SEM görüntülerinde yüzeyde intertübüler dentinin erimesi sonucu tübüllerin kapandığı veya daraldığı, bazı örneklerde ise çatlak oluştuğu gözlendi. Fırçalama sonrası açık dentin tübül sayısında artış olduğu görüldü (Şekil 3.6). Ortalama açık dentin tübülü sayısı 14,40±3,17, tübül çapı 1,09±0,15µm olarak ölçüldü. Fırçalama sonrası açık tübül sayısı biraz artarken (16,72±4,97), kontrol örnekleri ile fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.05$).



Şekil 3.6. Er:YAG Lazer uygulaması ve fırçalama sonrası dentin yüzeyi ve dentin tübülleri

3.1.7. Nd:YAG Lazer + Gluma Grubu

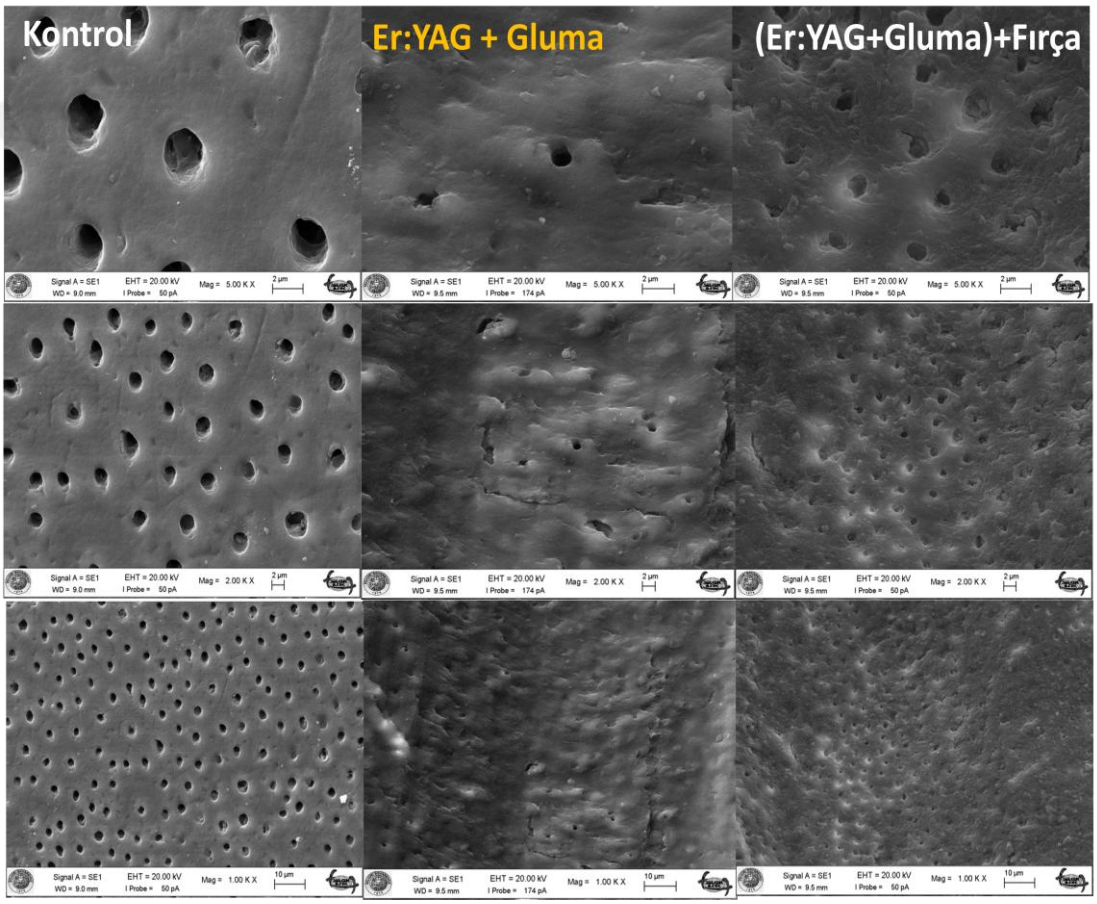
Gluma uygulamasını takiben Nd:YAG lazer uygulanan örneklerde çok sayıda tübülün kapandığı, açık kalanların ise çaplarının daraldığı gözlendi. Tübül içerisine oluşan protein tıkaçlarının çökeldiği, üstünde ise lazerin dentini eriterek tübül ağzını tıkadığı görüldü. Kombine uygulamanın oluşturduğu tıkacın fırçalamaya daha dayanıklı olduğu, fırçalama sonrası açılan tübül sayısının diğer gruplara göre daha az olduğu saptandı (Şekil 3.7). Nd:YAG Lazer+ Gluma grubu örneklerde ortalama açık dentin tübülü sayısı 0,79±0.19, tübül çapı 0,76±0,17µm olarak ölçüldü. Fırçalama sonrası açık kalan tübül sayısı 8,72±3,16 olarak belirlendi, kontrol örnekleri ile aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.05$).



Şekil 3.7. Nd:YAG lazer+ Gluma Desensitizer uygulaması ve fırçalama sonrası dentin yüzeyi ve dentin tübülleri

3.1.8. Er:YAG Lazer + Gluma Desensitizer Grubu

Er:YAG lazer ve Glumanın kombine uygulandığı örneklerde dentin tübüllerinin birçoğunun kapandığı, açık kalanların ise çaplarının daraldığı, dentin yüzeyinin düzleştiği izlendi. Fırçalama sonrası açılan tübül sayısının daha az olduğu görüldü (Şekil 3.8). Er:YAG Lazer+Gluma grubu örneklerde ortalama açık dentin tübülü sayısı 8,84±4,49, tübül çapı 0,90±0,12µm olarak ölçüldü. Fırçalama sonrası tübül sayısı 11,48±3,64 olarak belirlenirken, kontrol örnekleri ile aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.05$).



Şekil 3.8. Er:YAG lazer+Gluma Desensitizer uygulanması ve fırçalama sonrası dentin yüzeyi ve dentin tübülleri

3.2. Uygulama ve Fırçalama Sonrası Açık Kalan Tübül Sayısı

Hassasiyet giderici uygulama yapılan dentin örneklerinde açık kalan tübül sayısı, kontrol örneklerindekinden anlamlı olarak düşük sayıda bulundu ($p<0.05$) (Şekil 3.9). Yapılan uygulamaların tübülleri kapatmadaki etkinlikleri değerlendirildiğinde, tübüllerin tamamını kapattığı görülen Clearfill SeBond en etkili olanıydı. Sonraki sıralama Nd:YAG+Gluma Desensitizer, APF jel, Er:YAG+Gluma, Gluma Desensitizer, Nd:YAG ve Er:YAG şeklinde oluştu. Uygulama sonrası açık kalan dentin tübül sayıları açısından gruplar arası ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Fırçalama sonrası açık kalan tübül sayıları değerlendirildiğinde en etkili, en dayanıklı uygulamanın Nd:YAG+Gluma olduğu görülmüştür. Takip eden uygulamalar sırasıyla Er:YAG+Gluma Desensitizer, Gluma Desensitizer, APF jel, Nd:YAG, Clearfill SeBond ve Er:YAG şeklinde belirlenmiştir (Çizelge 3.3). Fırçalama sonrası açık kalan dentin tübül sayıları bakımından gruplar arası çoklu kıyaslamada elde edilen anlamlılığın ikili gruplara yansımasının değerlendirilmesi Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.1. Gruplara göre açık kalan tübül sayılarının ortalama ve standart sapma değerlerinin gruplar arası çoklu karşılaştırması

	Açık kalan tübül sayısı Ort±SS
Kontrol	40,48±7,18
Clearfill Sebond	0,00±0,00
Nd:YAG + G	5,96±2,44
APF	6,44±2,23
Er:YAG + G	8,84±4,49
Gluma	9,68±2,30
Nd:YAG	14,20±4,10
Er:YAG	14,40±3,17
p^a	<0.001*

[a] *Kruskal Wallis Test*
**p<0.05*

Çizelge 3.2. Uygulama sonrası açık kalan dentin tübül sayıları açısından gruplar arası ikili karşılaştırma sonuçları (p değerleri)

	K	F	B	G	Nd:YAG	Er:YAG	Nd +G	Er + G
K		<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
F			<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	0,674	0,038
B				<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
G					<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	0,310
Nd:YAG						0,532	<0,0001*	<0,0001*
Er:YAG							<0.0,001*	<0,0001*
Nd + G								<0,014*
Er + G								

**Mann Whitney U Test p<0.05*

Çizelge 3.3. Fırçalama sonrası gruplara göre açık kalan tübül sayılarının ortalama ve standart sapma değerleri

	Açık kalan tübül sayısı Ort±SS
Kontrol	24,36±7,72
Nd:YAG +Gluma	8,72±3,16
Er:YAG + Gluma	11,48±3,64
Gluma	12,36±4,65
APF	15,84±4,11
Nd:YAG	16,32±6,54
Clearfill SeBond	16,44±6,86
Er:YAG	16,72±4,97
p^a	<0,0001*

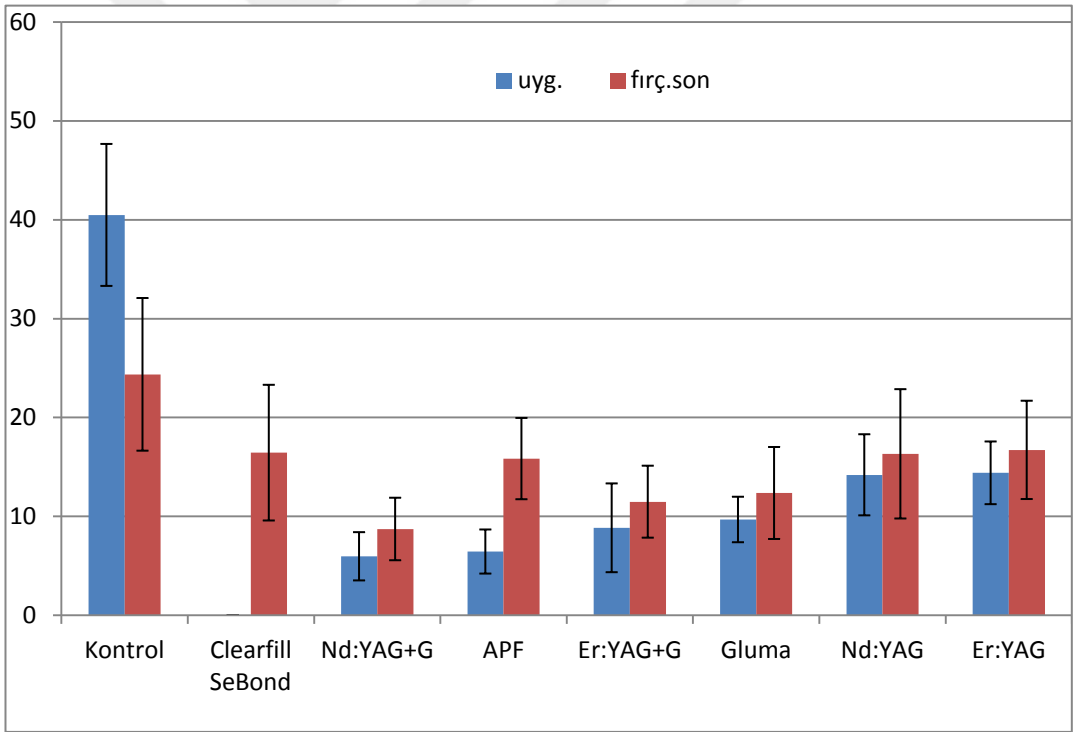
[a]*Kruskal Wallis Test*
**p<0.05*

Çizelge 3.4. Fırçalama sonrası açık kalan dentin tübül sayıları açısından gruplar arası ikili karşılaştırma sonuçları (p değerleri)

	K	F	B	G	Nd:YAG	Er:YAG	Nd +G	Er + G
K		<0,0001*	0,002*	<0,0001*	0,001*	<0,0001	<0,0001*	<0,0001*
F			0,719	0,012*	0,953	0,853	<0,0001*	<0,0001*
B				0,020*	0,977	0,984	<0,0001*	0,010*
G					0,053	0,010*	0,008*	0,345
Nd:YAG						0,711	<0,0001*	0,007*
Er:YAG							<0,0001*	<0,0001*
Nd + G								0,003*
Er + G								

**Mann Whitney U Test*

**p<0.05*



Şekil 3.9. Gruplarda uygulanan işlemler ve fırçalama sonrasında açık kalan tübül sayılarının ortalama ve standart sapma değerleri

Çizelge 3.5. Fırçalama sonrası açık olan tübül sayılarının kontrol grubuna göre ikili karşılaştırma sonuçları (p değerleri)

	p^b
Kontrol - Kontrol	<0,0001*
Flor – Kontrol	<0,0001*
Bond - Kontrol	<0,0001*
Gluma - Kontrol	<0,0001*
Nd:yag - Kontrol	<0,0001*
Er:yag - Kontrol	<0,0001*
Nd:yag+G - Kontrol	<0,0001*
Er:yag+G - Kontrol	<0,0001*

[b]*Mann Whitney U Test*
**p<0.05*

3.3. Tübül Çapı

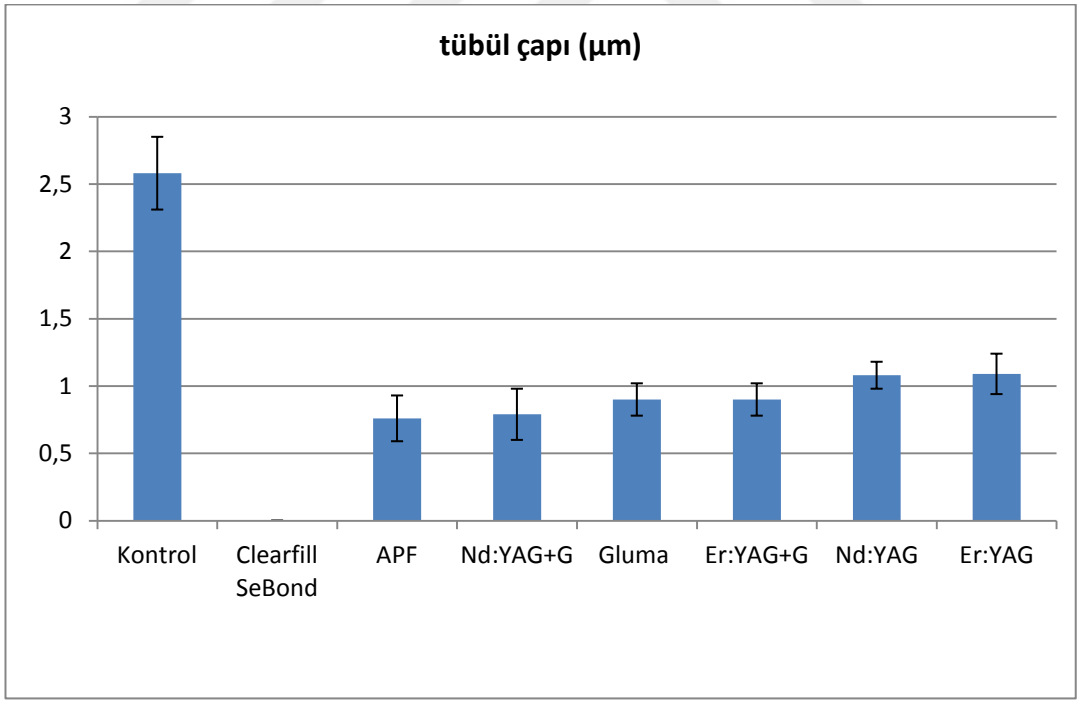
Açık kalan tübül çapları SEM x2000 büyütmede alınan mikrofotoğraflardan ölçüldü. Açık kalan tübül çapları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p<0.05$) (Çizelge 3.6).

Clearfill SeBond uygulanan örneklerin dentin yüzeyinde rezin bir tabaka oluşturduğu için açık kalan tübül görülmedi. Uygulama sonrası açık kalan tübül çapları değerlendirildiğinde en çok daralmanın APF jel grubunda olduğu görüldü. Daha sonra bu grubu sırasıyla Nd:YAG+Gluma Desensitizer, Gluma Desensitizer, Er:YAG+Gluma Desensitizer, Nd:YAG ve Er:YAG gruplarının izlediği görülmüştür (Şekil 3.10). Uygulama sonrası açık kalan dentin tübüllerinin çapları açısından gruplar arası ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 3.7.da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Açık kalan tübül çaplarının ortalama ve standart sapma değerleri

	Açık kalan tübül çapları Ort±SS
Clearfill SeBond	0,000±0,000
APF jel	0,766±0,178
Nd:YAG+Gluma	0,790±0,198
Gluma	0,902±0,125
Er:YAG + Gluma	0,903±0,124
Nd:YAG	1,088±0,104
Er:YAG	1,096±0,150
Kontrol	2,580±0,276
p^a	<0,001*

[a]*Kruskal Wallis Test*
**p<0.05*



Şekil 3.10. Gruplarda uygulanan işlemler sonrasında açık kalan tübül çapı ortalama değerleri

Çizelge 3.7. Uygulama sonrası açık kalan dentin tübül çapları açısından gruplar arası ikili karşılaştırma sonuçları (p değerleri)

	K	F	B	G	Nd:YAG	Er:YAG	Nd +G	Er + G
K		<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
F			<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	0,409	<0,0001*
B				<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
G					<0,0001*	<0,0001*	0,046*	0,930
Nd:YAG						0,756	<0,0001*	<0,0001*
Er:YAG							<0,0001*	<0,0001*
Nd + G								0,053
Er + G								

**Mann Whitney U Test*

**p<0.05*

4. TARTIŞMA

Dentin hassasiyeti, hastaların yaşam kalitesini etkileyen, ağız hijyeni uygulamalarını güçleştiren ve sonrasında kötü ağız hijyenine bağlı olarak ortaya çıkan periodontal rahatsızlıklar nedeniyle önemli bir sorundur. Başlangıç periodontal tedavi ve/veya periodontal cerrahi operasyonlar sonrası ortaya çıkabilen, periodontoloji kliniklerinde sıkça karşılaşılan bir problemdir (Chabanski ve ark 1996, 1997, Tammaro ve ark 2000). Bu problemle karşılaşılma olasılığının periodontoloji kliniklerinde (%60,3), diğer kliniklere (%42,4) göre daha yüksek oranda olduğu bildirilmiştir (Taani ve Awartani 2002).

Dentin hassasiyeti dişte herhangi bir defekt ya da patoloji olmadığı halde termal, buharlaşma, dokunma, ozmotik veya kimyasal uyarılara cevap olarak gelişen ve uyaran ortadan kalktıktan sonra kesilen yerel, kısa süreli ve keskin ağrı olarak tanımlanmıştır (Addy 2002). Hassasiyetin herhangi bir dişte veya yüzeyde görülebildiği, dişlerin daha çok bukkal servikal bölgelerinin etkilendiği gözlenmiştir (Addy 2000).

Dentin tabakasını kapatan mine ve sement gibi dokuların uzaklaşmasıyla dentin tübülleri açılır ve hassasiyet oluşmaya başlar (Dababneh ve ark 1999). Ağız ortamına açılmış dentin tübüllerinin hassasiyet ile direkt ilişkili olduğu bilinmektedir. Açılan dentin tübülleri, uyarıları diş yüzeyinden pulpaya iletmede önemli bir rol oynamaktadır (Brännström ve ark 1967). Kök yüzeyindeki dentin tübüllerinin sayısı ve genişliğiyle uyarının pulpaya iletim şiddeti doğru orantılıdır. Hassas dişlerdeki açığa çıkmış tübül sayısı, hassas olmayan dişlere göre 8 kat daha fazladır (Absi ve ark 1987).

Dentin hassasiyetinin tedavisi için birçok hassasiyet giderici ajan kullanılmıştır. Bu ajanlar topikal olarak evde uygulanabileceği gibi klinikte dişhekimleri tarafından da uygulanmaktadır. Evde uygulanan ajanların uzun sürede etki ettiği ve düşük maliyetli olduğu, klinikte uygulananların ise daha profesyonel ve kuvvetli olduğu bilinmektedir (Orchardson ve Gillam 2006). Topikal olarak uygulanan bu ajanlara alternatif olarak lazerlerin de kullanıldığı ve dentin hassasiyetini azalttığı bildirilmiştir (Aranha ve ark 2009). Klinik olarak uygulanan bu ajanların ve lazerlerin dentin tübüllerini kapatarak dentin hassasiyetini azalttığı düşünülmektedir (Hypersensitivity 2003). Bu çalışmada klinikte profesyonel olarak

kullanılan ajanların ve lazerlerin dentin tübülleri ve dentin yüzeyi üzerine etkisi in vitro SEM analizi ile incelenmiştir.

Dentin tübüllerinin sayıları ve çapları, bireyin yaşına, mine-dentin birleşimindeki dentin kalınlığına ve dentin sklerozu gibi etkilere bağlı olarak değişmektedir (Garberoglio ve Brännström 1976, Schilke ve ark 2000). Çalışmada kullanılan dentin örneklerinin homojen olması için belirli bir yaş aralığında (20-35) bulunan bireylerden elde edilen dişler tercih edilmiştir. Dentin hassasiyeti %93 oranında servikal bölgede görüldüğünden (Orchardson ve Collins 1987), dentin blokları dişlerin mine-sement sınırının 3mm altındaki alandan elde edilmiştir.

Hassasiyet giderici ajanların in vitro olarak değerlendirildiği çalışmalarda dentin tübüllerini açığa çıkartmak için dentin yüzeyine değişen konsantrasyonlarda ve formlarda asit solusyonlarının uygulandığı, uygulama sonrası konsatrasyon ve uygulama süresine bağlı olarak çapların ortalama değerlerinin 2,44-4,60µm arasında değiştiği bildirilmektedir (Lan ve Liu 1995, Isik ve ark 2000, Kumar ve Mehta 2005, Cakar ve ark 2008, Gürsoy ve ark 2012). Çalışmada kontrol grubundan aldığımız örneklerden elde edilen çap ortalama değeri (2,57µm) bu aralık içinde yer almaktadır.

İn vitro çalışmalara bakıldığında hassasiyet giderici birçok ajanın dentin tübüllerini tıkadığı; fakat bu durumun *in vivo* sonuçlarla her zaman bağlantılı olmadığı bildirilmiştir. Çünkü tübül ağızlarını kapatmış görünen tıkaçlar fırçalamayla ya da ağızdaki pH değişiklikleri sonucunda uzaklaşabilirler. Bu ajanlar hastanın günlük aktivitelerine bağlı olarak meydana gelen ağız ortamındaki değişikliklere karşı dirençli olmalıdır (West 2008). Ağız ortamında meydana gelen değişiklikler karşısında tübül ağızlarından kolayca uzaklaşmamaları için oluşan tıkaçların kalitesi, yoğunluğu, tübüllerin içerisine penetrasyonu ve dentin yüzeyine nasıl yapıştığı gözlenmelidir (Al-Saud ve Al-Nahedh 2012). *In vitro* çalışmalarda bu gözlem ajanlar uygulandıktan sonra ağız ortamını taklit etmek amaçlı örneklerin fırçalanması, yıkanması ya da eroziv/abraziv uygulamalarla yapılmaktadır (Palazon ve ark 2013). Bu çalışmada da yapılan uygulamalar sonrası oluşan tıkaçların fırçalamaya karşı dayanıklılığı test edilmiştir. Fırçalamanın dentin yüzeyinde smear tabakası oluştururken, bir kısmını da uzaklaştırdığı, oluşan smear tabakasının da asit ataklarına karşı dirençli olmadığı bildirilmiştir (Absi ve ark 1992). Nitekim kontrol

örneklerinden alınan görüntülerde de fırçalama sonrasında tübüllerin bir kısmının smear tabakasıyla tıkandığı gözlenmiştir.

Dentin bonding ajanları, rezinle diş yapısı arasındaki bağlantıyı güçlendirmek, restorasyonların retansiyonunu artırmak, mikrosızıntıyı engellemek ve okluzal stresleri dağıtmak amaçlı dizayn edilmiştir (Schmalz 1998). Bu ajanlar ışınla sertleştirildikten sonra tübül içerisine penetre olarak rezin uzantılar yapıp tübüllerde kapanma sağlar (Watanabe ve ark 1991), dolayısıyla dentin hassasiyeti tedavisinde başarılı olarak kabul edilebilirler. Ancak uygulandığında dentin tübüllerinden sızan sıvının dentin bonding ajanıyla kaplanması sonucu yüzeyde kabarcıkların oluştuğu, bu yapının da diş fırçalama ile kolaylıkla parçalanabildiği, böylece dentin bondingin kapatıcı etkisinin ortadan kalktığı gösterilmiştir (Kerns ve ark 1991, Pashley 2008, He ve ark 2011). Bu çalışmada dentin bonding ajanı uygulama sonrası, beklenildiği gibi, yüzeyi tamamen rezin tabakayla kapladı ve tübülleri kapatmada en etkili yöntem olarak göründü. Fakat fırçalama sonrası alınan SEM görüntülerinde rezin tabakanın kalkarak tübüllerin açıldığı belirlendi. Rezin tabakanın yüzeyden uzaklaşması sonucu fosforik asitle pürüzlendirilmiş yüzey ağız ortamına açıldığında dentin hassasiyetinin daha da artması beklenebilir. Dental adezivlerin sert ya da yumuşak dokularla uzun süreli direk temas içerisinde olduklarında, zaman içerisinde içeriğindeki monomer, asit gibi kalıntıları ile komşu dokuların sağlığını ve yapısını bozabilecekleri belirtilmiştir (Szep ve ark 2002). Ayrıca, gingival fibroblastlar üzerindeki şiddetli sitotoksik etkileri gösterilmiş ve dikkatli kullanılmaları önerilmiştir (Cal ve ark 2013).

Sodyum floritin %2'lik ve %5'lik formlarının uygulandığı çalışmalarda açık dentin tübüllerinin bir kısmının kapandığı ve çaplarının daraldığı rapor edilmiştir (Kumar ve Mehta 2005, Cakar ve ark 2008). APF jeli mineralize dokularla temasa geldiğinde kalsiyum ve fosfatla kimyasal tepkimeye girerek yüzeyde CaF_2 kristallerini oluşturmaktadır (Yates ve ark 2004, Pereira ve ark 2005). Çalışmada kullandığımız NaF içeren APF jelinin uygulanması sonucu yüzeyin CaF_2 kristalleriyle kaplandığı, bu kristallerin tübül çapını daraltmada diğer ajanlara göre daha etkili olduğu görülmüştür. Flor ajanı uygulanması sonucu oluşan CaF_2'in kristal boyutunun küçük olduğu, tübüllerin kapatılmasında tek seferlik uygulamanın yeterli olmayacağı ve çok sayıda uygulama gerekeceği bildirilmiştir (Corona ve ark 2003).

Sodyum florit uygulanan örneklerde fırçalanma sonrası peritübüler alandaki bütün florit kristallerin uzaklaştığı, sadece tübül ağızlarında kaldığı gözlenmiş ve bu durum flor uygulamasının hassasiyet tedavisinde etkisini ne şekilde gösterdiğini ve bu etkinin de nispeten neden kısa süreli olduğunu açıklamakta kulanılmıştır (Lan ve ark 1999). Klinik olarak sodyum floritin 30. günün sonunda dentin hassasiyetini azaltmada etkili olmadığı görülmüştür (Camilotti ve ark 2012). Yapılan *in vitro* çalışmalarda yüzeydeki florit kristallerinin kolayca yer değiştirdiği, ağız sıvılarıyla da uzaklaşabildiği görülmüştür (Lan ve ark 1999, Hsu ve ark 2006). Bu çalışmada da 30sn fırçalama sonunda dentin yüzeyini kaplayan kristal tabakanın peritübüler alandan uzaklaştığı, sadece tübül ağızlarında kaldığı görüldü.

Dentin hassasiyeti tedavisinde sıklıkla kullanılan ajanlardan biri de içeriğinde HEMA, su ve gluteraldehit bulunan Gluma Desensitizer'dir. Dentin sıvısındaki albumin ile tepkimeye girerek tübül ağızlarında tıkaç oluşturmaktadır. Oluşan bu tıkacın dentin tübüllerini tamamen kapatarak ya da daraltarak dentin hassasiyetini azalttığı bildirilmiştir (Lone ve Finger 2002). Tübülleri kapatan bu tıkaçların da penetrasyon derinliklerinin 50µm'ye kadar ulaştığı (Schupbach ve ark 1997), dentin örneklerinde sıvı geçişlerini azalttığı ve bu etkinin 3 ayın sonrasında da devam ettiği görülmüştür (Duran ve ark 2005). Klinik olarak uygulandığında 6 ay boyunca etkili olduğu (Lorenzi ve ark 1999, Aranha ve ark 2009), etkisini APF jel, Oxa jel, Seal&Protect ve düşük doz lazer ile karşılaştırıldığında daha kısa sürede gösterdiği rapor edilmiştir (Aranha ve ark 2009). Bu çalışmada Gluma'nın uygulandığı örneklerde kontrol örnekleri ile kıyaslandığında açık dentin tübüllerini %75 oranında kapattığı, açık kalanların ise çaplarının daraldığı gözlendi. Ancak fırçalama sonrası açık tübül sayısında az bir miktar artış oldu. Gluteraldehitin güçlü bir doku fiksatifi olduğu halde pulpa vitalitesini bozmadığı (Tagger ve Tagger 1984), düşük dozlarda kullanıldığında gingival fibroblastlar üzerinde toksik etki göstermediği (Sengun ve ark 2006) göz önünde tutulduğunda, etkin ve güvenilir bir hassasiyet giderici ajan olarak görünmektedir.

Literatürde, dentin hassasiyeti tedavisinde, orta güçlü lazerlerden Nd:YAG lazerin yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir (Gelskey ve ark 1993, Kara ve Orbak 2009, Gholami ve ark 2011). Dentindeki hidroksiapatit kristallerini önce eritip daha sonra, soğutmaya bağlı olarak, tekrar katılaşmasını sağladığı, sonradan oluşan kristallerin de orijinal kristal yapıdan daha iri oldukları gözlenmiştir (Palazon ve ark

2013). Katılaşma sonrasında tübül içerisinde 4µm derinliğinde tıkaç oluşturduğu (Liu ve ark 1997); bu sayede dentin hassasiyeti tedavisinde daha uzun süreli etki sağlayabileceği bildirilmiştir (Lan ve Liu 1995). Dentin tübüllerini kapatmasının yanı sıra, lazer enerjisinin sinir hücresinde, sodyum pompası mekanizması ile çakışarak, membran geçirgenliğini değiştirdiği ve/veya sinir uçlarını geçici olarak etkilediği ileri sürülmüştür (Myers ve McDaniel 1991). Lazerlerin kullanım parametreleri (ayarları) yapılan tedavinin başarısını etkilemektedir. Uygun olmayan ayarlarda kullanıldığında gereğinden fazla ışın dişe penetre olarak istenmeyen ısı artışına sebep olabilir. Nd:YAG lazerin birçok araştırmada kullanım parametreleri; enerji gücü 0.5-1W, frekans 10-15Hz ve enerji 60-150mJ aralıklarında olacak şekilde ayarlandığında yan etkilerin ortadan kalktığı görülmüştür (Corrêa Aranha ve ark 2005, Naylor ve ark 2006, Zapletalova ve ark 2007, Farmakis ve ark 2012). Bu çalışmada da kullanılan lazer parametrelerinin (1W, 100mj, 10Hz) herhangi bir çatlak ya da fissür oluşturmadan, peritübüler dentini eriterek tübülleri kapattığı, fırçalama sonrasında da etkinin devam ettiği gözlendi. Nd:YAG lazerin dentin hassasiyetini azaltma konusunda klinik etkinliği uygun parametrelerle kullanıldığı birçok çalışmanın sonunda rapor edilmiştir (Matsumoto ve ark 1985, Renton-Harper ve Midda 1992, Gelskey ve ark 1993, Gutknecht ve ark 1997). Pulpaya zarar vermeden dentin hassasiyetini mekanik uyarı karşısında %72, hava sıkılarak yapılan uyarılar karşısında da %65 oranında azalttığı bildirilmiştir (Lan ve Liu 1996).

Dentin hassasiyeti tedavisinde Er:YAG lazer ile de başarılı klinik sonuçlar rapor edilmiştir (Schwarz ve ark 2002, Birang ve ark 2007). Nd:YAG lazerin termal yan etkilerine bağlı kullanım alanı kısıtlamaları varken, Er:YAG lazerin termomekanik ablasyon mekanizması ve dalga boyunun su tarafından yüksek oranda absorbe edilme özelliği sebebiyle medikal ve dental uygulamalarda etkili olacağı düşünülmüştür (Pick ve ark 1985, White ve ark 1991, Midda 1992, Aoki ve ark 1994). Dentin yüzeyindeki sıvıyı buharlaştırması, çözünmeyen tuzların ve organik elementlerin tübül girişlerine çökelmesi yoluyla dentin tübül ağızlarını tıkaması etki mekanizması olarak bildirilmiştir (Watanabe ve ark 2003). Ayrıca dentin yüzeyindeki tabakada dentin sıvısını buharlaştırarak tübül içindeki sıvı hareketini azaltıyor olabileceği ileri sürülmüştür (Schwarz ve ark 2002). Er:YAG lazerin dentin hassasiyeti tedavisinde kullanılan parametreleri; 80-100mJ, frekans 3-10Hz olarak verilmiştir (Birang ve ark 2007). *In vitro* çalışmalarda düşük güç ayarları (5-60mj, 2-

30Hz, 10-120sn) kullanıldığında dentin yüzeyinde ablasyondan çok dentin tübüllerinin tıkandığı veya çaplarının daraldığı görülmüştür (Watanabe ve ark 2003, Corrêa Aranha ve ark 2005, Cakar ve ark 2008, Badran ve ark 2011, Gürsoy ve ark 2012, Belal ve Yassin 2014, Tunar ve ark 2014, Nemezio ve ark 2015).

Er:YAG lazerin 70mJ, 20 Hz ve non-kontak olarak, 90°açıyla kullanıldığında dentin yüzeyinde ablasyon yaratmadığı (de Carvalhoa ve ark 2005), 60 mj, 20Hz ayarlarıyla kullanıldığında da kök yüzeyinin termal olarak etkilenmediği gözlenmiştir (Israel ve ark 1997). Nd:YAG ve Er:YAG lazerin uygulandığı örneklerden alınan SEM görüntülerinde krater ve çatlak oluşumu gözlendiği bildirilmiştir (Israel ve ark 1997, Gašpirc ve Skalerič 2001). Bu çalışmada kullanılan enerji parametreleri (60mJ,30Hz,10sn) ile elde edilen sonuçlar yapılan çalışmalarla (Watanabe ve ark 2003, Corrêa Aranha ve ark 2005, Cakar ve ark 2008, Badran ve ark 2011, Gürsoy ve ark 2012, Belal ve Yassin 2014, Tunar ve ark 2014, Nemezio ve ark 2015) benzer şekilde tübüllerde kapanma veya daralma göstermiştir. Ancak Er:YAG lazer ile çalışma öncesi hava ve su soğutması kullanmadan yapılan denemelerde dentin örneklerinin yüzeyinin karbonize olduğu görüldüğünden, diğer çalışmalardan farklı olarak Er:YAG lazer hava ve su soğutması altında kullanılmıştır. Er:YAG lazerin sudaki ablasyon özelliğinden dolayı dışarıdan uygulanan suyun dentin tübülleri içindeki sıvıdan daha çok etkili olduğu bildirilmiştir (Meister ve ark 2006). Er:YAG lazer örneklerinde elde edilen tübüllerin tıkanması ve daralması bulgusu uygulama sırasında dışarıdan uygulanan suya bağlanabilir. Çatlak ve krater oluşumu ise Nd:YAG lazer uygulanan örneklerde gözlenmezken, Er:YAG lazer örneklerinin bazılarında çatlak oluştuğu görüldü. Er:YAG lazer örneklerinde fırçalama sonrası dentin tübüllerinin açılmaya başladığı, tübülleri kapatan tıkacın fırçalama karşısında çok dayanıklı olmadığı, kimi tübüllerin tekrar açıldığı gözlendi. Ancak, bu çalışmadaki parametrelerin kullanıldığı klinik bir çalışmada Er:YAG lazer uygulaması sırasında hastaların herhangi bir rahatsızlık hissetmediği ve 1. hafta, 1. ve 6. aylarda hassasiyet semptomlarında anlamlı bir azalma olduğu bildirilmiştir (Ipci ve ark 2009).

Dentin hassasiyetinin tedavisinde kimyasal veya fiziksel ajanlarla yapılan uygulamaların kısa süreli olduğu görülmüş, tedavinin etkinliğini artırmak için lazerler ve ajanlar birlikte kullanılmaya başlanmıştır. Bu amaçla Nd:YAG lazer diğer hassasiyet giderici ajanlarla kombine kullanılmıştır (Farmakis ve ark 2012). Gluma

ile Nd:YAG lazerin birlikte kullanıldığında, tekli kullanımlarına göre, klinik olarak daha hızlı ve uzun süreli etki (6 ay) gösterdiği bildirilmiş, Nd:YAG lazerin kapatmakta yetersiz kaldığı tübüllerin Gluma ile kapatılarak tamamlandığı düşünülmüştür (Lopes ve Aranha 2013). Söz konusu klinik etkinin daha iyi anlaşılması için, yapılan bu *in vitro* çalışmada Gluma Desensitizer Nd:YAG lazer ve Er:YAG lazerle kombine etkisi incelenmiştir.

Yapılan çalışmada Nd:YAG lazer (1W, 100mj, 10Hz) Gluma ile kombine kullanıldığında, her birinin tekli kullanımından daha fazla tübülün kapandığı, uygulama sonrası oluşan tıkacın da fırçalamaya karşı daha dayanıklı olduğu görüldü. Nd:YAG lazer, flor ile kombine kullanıldığında, klinik olarak hassasiyetin azaldığı ve in vitro incelemede daha fazla sayıda tübülün kapandığı görülmüştür (Kumar ve Mehta 2005). Yine Nd:YAG lazer ve sodyum florit kombine uygulamasını takiben dentin örneklerinde kapanan tübüllerin fırçalamaya daha dayanıklı olduğu saptanmıştır (Lan ve ark 1999). Er:YAG lazer için de tekli kullanımına göre başka bir hassasiyet giderici ajanla birlikte kullanımının hassasiyeti azaltmada daha uzun süre etkili olabileceği önerilmiştir (Badran ve ark 2011). Yapılan *in vitro* çalışmalarla da flor ve arginine ile birikte kullanımı sonrası daha çok tübül kapattığı ve dentin permeabilitesini azalttığı gösterilmiştir (Cakar ve ark 2008, Tunar ve ark 2014, Nemezio ve ark 2015). Ancak NaF jeli ile Er:YAG lazerin kombine kullanıldığında, Er:YAG lazerin tek uygulandığı örneklerle kıyaslandığında, tübül çapları ve açık dentin tübül sayıları arasında anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir (Cakar ve ark 2008). Bu çalışmada ise Gluma sonrasında Er:YAG lazer uygulamasının daha çok dentin tübülünü kapattığı ve oluşan tıkaçların fırçalamaya nispeten dayanıklı olduğu gözlendi. Gluma'nın dentin tübüllerindeki sıvıda albumini çökelterek oluşturduğu tıkaçların, lazer uygulaması (Nd:YAG veya Er:YAG) sonrası peritübüler dentinin eriyip, daha iri kristallerin çökelmesi veya dentinde suyun buharlaşması sonrası çözünmeyen tuzların tübül ağızlarına çökelmesi ile daha derin ve mekanik travmaya karşı dayanıklı yapılara dönüştüğünü düşünüyoruz.

Bu çalışma Er:YAG ve Nd:YAG lazerin Gluma ile kombine uygulandığı ve fırçalama sonrası oluşan tıkaçların dayanıklılığının incelendiği ilk *in vitro* çalışmadır. Elde edilen veriler uygulanan bütün ajanların ve lazer türlerinin açık dentin tübül sayılarını azaltmada etkili olduğu bulunurken, Gluma Desensitizer ve Nd:YAG lazer kombinasyonunun, henüz 'altın standart' sayılabilecek bir tedavi yöntemi

bulunmayan dentin hassasiyeti üzerinde, umut verici olduğu sonucuna varıldı. Bu çalışma uzun dönem takipli araştırmalara öncü niteliğindedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Çalışmada uygulanan bütün ajanların ve lazer türlerinin değişen miktarlarda da olsa açık dentin tübüllerini kapatmada etkili olduğu görüldü.
2. Flor ve dentin bonding ajanlarının tübülleri kapatmada etkili olduğu fakat oluşan yapının fırçalamaya karşı direçli olmadığı saptandı.
3. Glumanın tübül ağızlarına çökelerek tübülleri tıkadığı, fırçalama sonrasında ise bir kısmının açıldığı görüldü.
4. Nd:YAG ve Er:YAG lazerin açık tübülleri kapattığı ve aralarında fırçalama sonrasında da anlamlı farklılık olmadığı saptandı.
5. Her iki lazer türünün de Gluma ile kombine kullanımı tekli kullanımlarına göre daha etkili bulundu.
6. Gluteraldehit içerikli bir materyal olan Gluma ve Nd:YAG lazer kombinasyonunun açık dentin tübüllerini tıkama ve daraltmada en etkin yöntem olduğu görüldü.
7. Asit erozyonunun, oral hijyen uygulamalarının ve dental plak biyofilminin bu hassasiyet giderici ajanlar ve yöntemler üzerine etkinliklerini *in vitro* ve *in vivo* değerlendiren kapsamlı, yeni çalışmaların faydalı olacağı düşünüldü.

6.KAYNAKLAR

Absi E, Addy M, Adams D, 1992. Dentine hypersensitivity–the effect of toothbrushing and dietary compounds on dentine in vitro: an SEM study. J Oral Rehabil, 19, 2, 101-10.

Absi EG, Addy M, Adams D, 1987. Dentine hypersensitivity. A study of the patency of dentinal tubules in sensitive and non-sensitive cervical dentine. J Clin Periodontol, 14, 5, 280-4.

Addy M, 1990. Etiology and clinical implications of dentine hypersensitivity. Dent Clin North Am, 34, 3, 503-14.

Addy M, 2000. Dentine hypersensitivity: definition, prevalence, distribution and aetiology. Tooth Wear and Sensitivity, 239-48.

Addy M, 2002. Dentine hypersensitivity: new perspectives on an old problem. Int Dent J, 52, 5, 367-75.

Addy M, Dowell P, 1983. Dentine hypersensitivity-A review. J Clin Periodontol, 10, 4, 351-63.

Addy M, Hunter M, 2003. Can tooth brushing damage your health? Effects on oral and dental tissues. Int Dent J, 53, S3, 177-86.

Addy M, Mostafa P, Newcombe R, 1987. Dentine hypersensitivity: the distribution of recession, sensitivity and plaque. J Dent, 15, 6, 242-8.

Al-Saud L, Al-Nahedh H, 2012. Occluding effect of Nd: YAG laser and different dentin desensitizing agents on human dentinal tubules in vitro: a scanning electron microscopy investigation. Operative Dentistry, 37, 4, 340-55.

Al-Wahadni A, Linden GJ, 2002. Dentine hypersensitivity in Jordanian dental attenders. J Clin Periodontol, 29, 8, 688-93.

Andrew D, Matthews B, 2000. Displacement of the contents of dentinal tubules and sensory transduction in intradental nerves of the cat. The Journal of Physiology, 529, 3, 791-802.

Aoki A, Ando Y, Watanabe H, Ishikawa I, 1994. In Vitro Studies on Laser Scaling of Subgingival Calculus With an Erbium: YAG Laser*. J Periodontol, 65, 12, 1097-106.

Aoki A, Sasaki KM, Watanabe H, Ishikawa I, 2004. Lasers in nonsurgical periodontal therapy. Periodontol 2000, 36, 1, 59-97.

Aranha ACC, Pimenta LAF, Marchi GM, 2009. Clinical evaluation of desensitizing treatments for cervical dentin hypersensitivity. Brazilian Oral Research, 23, 3, 333-9.

Arends J, Duschner H, Ruben J, 1997. Penetration of varnishes into demineralized root dentine in vitro. Caries Research, 31, 3, 201-5.

Badran Z, Boutigny H, Struillou X, Baroth S, Laboux O, Soueidan A, 2011. Tooth desensitization with an Er: YAG laser: in vitro microscopical observation and a case report. Lasers in Medical Science, 26, 1, 139-42.

Bains VK, Gupta S, Bains R, 2010. Lasers in periodontics: An overview. J Oral Health Community Dent, 4, 29-34.

Bartold PM, 2006. Dentinal hypersensitivity: a review. Australian Dental Journal, 51, 3, 212-8.

Belal MH, Yassin A, 2014. A comparative evaluation of CO2 and erbium-doped yttrium aluminium garnet laser therapy in the management of dentin hypersensitivity and assessment of mineral content. Journal of Periodontal & Implant Science, 44, 5, 227-34.

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, 1, 21-4.

Birang R, Yaghini J, Shirani AM, 2008. Comparative study of dentin surface changes following Nd: YAG and Er: YAG Lasers irradiation and implications for hypersensitivity. J Oral Laser Applications, 8, 25-31.

Bonin P, Boivin R, Poulard J, 1991. Dentinal permeability of the dog canine after exposure of a cervical cavity to the beam of a CO 2 laser. Journal of Endodontics, 17, 3, 116-8.

Boushell LW, Sturdevant JR, 2014. Clinical Significance of Dental Anatomy, Histology, Physiology, and Occlusion. Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry, 1.

Brannstrom M, Johnson G, Nordenvall K-J, 1979. Transmission and control of dentinal pain: resin impregnation for the desensitization of dentin. J Am Dent Assoc, 99, 4, 612-8.

Brännström M, 1963. Dentin sensitivity and aspiration of odontoblasts. J Am Dent Assoc, 66, 3, 366-70.

Brännström M, 1991. Etiology of dentin hypersensitivity. Proceedings of the Finnish Dental Society. Suomen Hammaslaakariseuran toimituksia, 88, 7-13.

Brännström M, Linden L, Åström A, 1967. The hydrodynamics of the dental tubule and of pulp fluid. Caries Research, 1, 4, 310-7.

Butler WT, 1995. Dentin matrix proteins and dentinogenesis. Connective Tissue Research, 33, 1-3, 59-65.

Cakar G, Kuru B, Ipci SD, Aksoy ZM, Okar I, Yilmaz S, 2008. Effect of Er: YAG and CO2 lasers with and without sodium fluoride gel on dentinal tubules: a scanning electron microscope examination. Photomedicine and Laser Surgery, 26, 6, 565-71.

Cal E, Guneri P, Atay A, Cetintas VB, 2013. Cytotoxicity of dentin bonding agents. General Dentistry, 62, 6, e11-4.

Chabanski M, Gillam D, Bulman J, Newman H, 1996. Prevalence of cervical dentine sensitivity in a population of patients referred to a specialist periodontology department. J Clin Periodontol, 23, 11, 989-92.

Chabanski M, Gillam D, Bulman J, Newman H, 1997. Clinical evaluation of cervical dentine sensitivity in a population of patients referred to a specialist periodontology department: a pilot study. J Oral Rehabil, 24, 9, 666-72.

Cobb CM, 2006. Lasers in periodontics: a review of the literature. J Periodontol, 77, 4, 545-64.

Coluzzi DJ, 2004. Fundamentals of dental lasers: science and instruments. Dent Clin North Am, 48, 4, 751-70.

Corona S, Do Nascimento T, Catirse A, Lizarelli R, Dinelli W, Palma-DIBB R, 2003. Clinical evaluation of low-level laser therapy and fluoride varnish for treating cervical dentinal hypersensitivity. J Oral Rehabil, 30, 12, 1183-9.

Corrêa Aranha AC, Domingues FB, Franco VO, Gutknecht N, De Paula Eduardo C, 2005. Effects of Er: YAG and Nd: YAG lasers on dentin permeability in root surfaces: a preliminary in vitro study. Photomedicine and Laser Therapy, 23, 5, 504-8.

Cozean C, Arcoria Cj, Pelagalli J, Powell Gl, 1997. Dentistry for the 21st century? Erbium: YAG laser for teeth. J Am Dent Assoc, 128, 8, 1080-7.

Dababneh R, Khouri A, Addy M, 1999. dentine hypersensitivity: Dentine hypersensitivity—an enigma? a review of terminology, mechanisms, aetiology and management. Br Dent J, 187, 11, 606-11.

Dastmalchi R, Poison A, Bouwsma O, Proskin H, 1990. Cementum thickness and mesial drift. J Clin Periodontol, 17, 10, 709-13.

de Carvalhoa RC, de Freitasb PM, Otsukic M, Eduardod CdP, Tagamie J, 2005. Influence of Er: YAG laser beam angle, working distance, and energy density on dentin morphology: an SEM investigation. Journal of Oral Laser Applications, 5, 4.

Demi M, Delmé K, De Moor RJ, 2009. Hypersensitive teeth: conventional vs laser treatment part I: conventional treatment of dentin hypersensitivity. Journal of Oral Laser Applications, 9, 1.

Derise NL, Ritchey S, 1974. Mineral composition of normal human enamel and dentin and the relation of composition to dental caries: II. Microminerals. J Dent Res, 53, 4, 853-8.

Dowell P, Addy M, Dummer P, 1985. Dentine hypersensitivity: aetiology, differential diagnosis and management. Br Dent J, 158, 3, 92-6.

Drisko C, 2007. Oral hygiene and periodontal considerations in preventing and managing dentine hypersensitivity. Int Dent J, 57, S6, 399-410.

Duran I, Sengun A, Yildirim T, Ozturk B, 2005. In vitro dentine permeability evaluation of HEMA-based (desensitizing) products using split-chamber model following in vivo application in the dog. J Oral Rehabil, 32, 1, 34-8.

Ehrligh J, Hochman N, Gedalia I, Tal M, 1975. Residual fluoride concentrations and scanning electron microscopic examination of root surfaces of human teeth after topical application of fluoride in vivo. J Dent Res, 54, 4, 897-900.

Eversole L, Rizoiu I, 1997. Pulpal response to cavity preparation by an erbium, chromium: YSGG laser-powered hydrokinetic system. J Am Dent Assoc, 128, 8, 1099-106.

Farmakis E-TR, Kozyrakis K, Khabbaz MG, Schoop U, Beer F, Moritz A, 2012. In vitro evaluation of dentin tubule occlusion by Denshield and Neodymium-doped yttrium-aluminum-garnet laser irradiation. Journal of Endodontics, 38, 5, 662-6.

Fayad MI, Carter JM, Liebow C, 1996. Transient effects of low-energy CO 2 laser irradiation on dentinal impedance: implications for treatment of hypersensitive teeth. Journal of Endodontics, 22, 10, 526-31.

Frank R, Steuer P, 1988. Transmission electron microscopy of the human odontoblast process in peripheral root dentine. Arch Oral Biol, 33, 2, 91-8.

Frechoso SC, Menéndez M, Guisasola C, Arregui I, Tejerina JM, 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. J Clin Periodontol, 30, 4, 315-20.

Fuhseth R, 1970. A study of experimentally exposed and fluoride treated dental cementum in pigs. Acta Odontolo Scand, 28, 6, 833-50.

Fujii T, Baehni PC, Kawai O, Kawakami T, Matsuda K, Kowashi Y, 1998. Scanning electron microscopic study of the effects of Er: YAG laser on root cementum. J Periodontol, 69, 11, 1283-90.

Gaffar A, 1998. Treating hypersensitivity with fluoride varnish. Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, NJ: 1995), 20, 1 Suppl, 27-33; quiz 5.

Garberoglio R, Brännström M, 1976. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. Arch Oral Biol, 21, 6, 355-62.

Gašpirc B, Skalerič U, 2001. Morphology, chemical structure and diffusion processes of root surface after Er: YAG and Nd: YAG laser irradiation. J Clin Periodontol, 28, 6, 508-16.

Gedalia I, Brayer L, Kalter N, Richter M, Stabholz A, 1978. The effect of fluoride and strontium application on dentin: in vivo and in vitro studies. J Periodontol, 49, 5, 269-72.

Gelskey S, White J, Pruthi V, 1993. The effectiveness of the Nd: YAG laser in the treatment of dental hypersensitivity. J Can Dent Assoc 59, 4, 377-8, 83-6.

Gholami GA, Fekrazad R, Esmaiel-Nejad A, Kalhori KA, 2011. An evaluation of the occluding effects of Er; Cr: YSGG, Nd: YAG, CO2 and diode lasers on dentinal tubules: a scanning electron microscope in vitro study. Photomedicine and Laser Surgery, 29, 2, 115-21.

Gillam D, Newman H. Iontophoresis in the treatment of cervical dentinal sensitivity--a review. The Journal of the Western Society of Periodontology/Periodontal abstracts, 129-33.

Gottlieb B, 1942. Biology of the cementum. J Periodontol, 13, 13-9.

Greenhill JD, Pashley DH, 1981. The effects of desensitizing agents on the hydraulic conductance of human dentin in vitro. J Dent Res, 60, 3, 686-98.

Guo C, McMartin KE, 2005. The cytotoxicity of oxalate, metabolite of ethylene glycol, is due to calcium oxalate monohydrate formation. Toxicology, 208, 3, 347-55.

Gutknecht N, Moritz A, Dercks H, 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 & Surgery, 15, 4, 171-4.

Gürsoy H, Çakar G, İpçi ŞD, Kuru B, Yilmaz S, 2012. In vitro evaluation of the effects of different treatment procedures on dentine tubules. Photomedicine and Laser Surgery, 30, 12, 695-8.

Gysi A, 1900. An attempt to explain the sensitiveness of dentine. Brit J Dental Sci, 43, 865-8.

Hadley J, Young DA, Eversole LR, Gornbein JA, 2000. A laser-powered hydrokinetic system for caries removal and cavity preparation. J Am Dent Assoc, 131, 6, 777-85.

Hall RC, Embery G, Shellis RP, 2000. Biological and structural features of enamel and dentine: current concepts relevant to erosion and dentine hypersensitivity. Tooth Wear and Sensitivity, 3.

Haywood VB, 2002. Dentine hypersensitivity: bleaching and restorative considerations for successful management. Int Dent J, 52, S5P2, 376-84.

He S, Wang Y, Li X, Hu D, 2011. Effectiveness of laser therapy and topical desensitising agents in treating dentine hypersensitivity: a systematic review. J Oral Rehabil, 38, 5, 348-58.

Hodosh M, 1974. A superior desensitizer—potassium nitrate. J Am Dent Assoc, 88, 4, 831-2.

Hossain M, Nakamura Y, Yamada Y, Kimura Y, Matsumoto N, Matsumoto K, 1999. Effects of Er,Cr:YSGG laser irradiation in human enamel and dentin: ablation and morphological studies. Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery, 17, 4, 155-9.

Hoyt WH, Bibby BG, 1943. Use of sodium fluoride for desensitizing dentin. J Am Dent Assoc, 30, 17, 1372-6.

Hsu P-J, Chen J-H, Chuang F-H, Roan R-T, 2006. The combined occluding effects of fluoride-containing dentin desensitizer and Nd-Yag laser irradiation on human dentinal tubules: an in vitro study. The Kaohsiung Journal of Medical Sciences, 22, 1, 24-9.

Hypersensitivity CABoD, 2003. Consensus-based recommendations for the diagnosis and management of dentin hypersensitivity. J Can Dent Assoc, 69, 4, 221.

Ipci SD, Cakar G, Kuru B, Yilmaz S, 2009. Clinical evaluation of lasers and sodium fluoride gel in the treatment of dentine hypersensitivity. Photomedicine and Laser Surgery, 27, 1, 85-91.

Ishikawa I, Aoki A, Takasaki AA, Mizutani K, Sasaki KM, Izumi Y, 2009. Application of lasers in periodontics: true innovation or myth? Periodontol 2000, 50, 1, 90-126.

Isik AG, Tarim B, Hafez AA, Yalçin FS, Onan U, Cox CF, 2000. A comparative scanning electron microscopic study on the characteristics of demineralized dentin root surface using different tetracycline HCl concentrations and application times. J Periodontol, 71, 2, 219-25.

Israel M, Cobb CM, Rossmann JA, Spencer P, 1997. The effects of C02, Nd: YAG and Er: YAG lasers with and without surface coolant on tooth root surfaces. J Clin Periodontol, 24, 9, 595-602.

Jarvis D, MacIver MB, Tanelian DL, 1990. Electrophysiologic recording and thermodynamic modeling demonstrate that helium-neon laser irradiation does not affect peripheral Aδ-or C-fiber nociceptors. Pain, 43, 2, 235-42.

Johnson G, 1974. Effects of various conditioners and cleaning agents on prepared dentin surfaces: a scanning electron microscopic investigation. J Prosthet Dent, 31, 4, 422-30.

Kantola S, 1972. Laser-Induced Effects on Tooth Structure V Electron Probe Microanalysis and Polarized Light Microscopy of Dental Enamel. Acta Odontologica, 30, 4, 475-84.

Kantola S, 1973. Laser-induced effects on tooth structure VII. X-ray diffraction study of dentine exposed to a CO2 laser. Acta Odontologica, 31, 6, 381-6.

Kara C, Orbak R, 2009. Comparative evaluation of Nd: YAG laser and fluoride varnish for the treatment of dentinal hypersensitivity. Journal of Endodontics, 35, 7, 971-4.

Kern DA, McQuade MJ, Scheidt MJ, Hanson B, Van Dyke TE, 1989. Effectiveness of sodium fluoride on tooth hypersensitivity with and without iontophoresis. J Periodontol, 60, 7, 386-9.

Kerns DG, Scheidt MJ, Pashley DH, Horner JA, Strong SL, Van Dyke TE, 1991. Dentinal tubule occlusion and root hypersensitivity. J Periodontol, 62, 7, 421-8.

Kielbassa AM, 2002. Dentine hypersensitivity: Simple steps for everyday diagnosis and management. Int Dent J, 4, 394.

Kimura Y, Wilder-Smith P, Krasieva TB, Liaw L-HL, Matsumoto K, 1998. Effects of CO2 laser on human dentin: a confocal laser scanning microscopic study. Lasers in the Life Sciences, 8, 1, 1-12.

Kimura Y, Wilder-Smith P, Yonaga K, Matsumoto K, 2000. Treatment of dentine hypersensitivity by lasers: a review. J Clin Periodontol, 27, 10, 715-21.

Kleinberg I, 2002. SensiStat. A new saliva-based composition for simple and effective treatment of dentinal sensitivity pain. Dentistry Today, 21, 12, 42-7.

Kobayashi K, Yamaguchi H, Kumai A, Tanaka M, Sakuraba E, Nomura T, Nakamura J, Arai T, 1999. Pain relief effects of Nd: YAG laser irradiation on dentin hypersensitivity during periodontal treatment. Journal of Japanese Society of Periodontology, 41, 180-7.

Krauser JT, 1986. Hypersensitive teeth. Part II: treatment. J Prosthet Dent, 56, 3, 307-11.

Kumar NG, Mehta D, 2005. Short-term assessment of the Nd: YAG laser with and without sodium fluoride varnish in the treatment of dentin hypersensitivity-a clinical and scanning electron microscopy study. J Periodontol, 76, 7, 1140-7.

Lan W-H, Liu H-C, 1995. Sealing of human dentinal tubules by Nd: YAG laser. Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery, 13, 5, 329-33.

Lan W-H, Liu H-C, 1996. Treatment of dentin hypersensitivity by Nd: YAG laser. Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery, 14, 2, 89-92.

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, 6, 424-6.

Levin MP, Yearwood LL, Carpenter WN, 1973. The desensitizing effect of calcium hydroxide and magnesium hydroxide on hypersensitive dentin. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, 35, 5, 741-6.

Ling T, Gillam D. The effectiveness of desensitizing agents for the treatment of cervical dentine sensitivity (CDS)--a review. The Journal of the Western Society of Periodontology/Periodontal abstracts, 5-12.

Liu H-C, Lin C-P, Lan W-H, 1997. Sealing depth of Nd: YAG laser on human dentinal tubules. Journal of Endodontics, 23, 11, 691-3.

Lone A, Finger W, 2002. Clinical evaluation of the role of glutardialdehyde in a one-bottle adhesive. American Journal of Dentistry, 15, 5, 330-4.

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, 3, 132-8.

Lorenzi R, Anselmi M, Opisso V, 1999. Dentin desensitizing effects of Gluma Alternate, Health-Dent Desensitizer and Scotchbond Multi-Purpose. American Journal of Dentistry, 12, 3, 103-6.

Lukinmaa P-L, Waltimo J, 1992. Immunohistochemical localization of types I, V, and VI collagen in human permanent teeth and periodontal ligament. J Dent Rest, 71, 2, 391-7.

Maghaireh GA, Alzraikat H, Guidoum A, 2014. Assessment of the effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on postoperative sensitivity associated with in-office vital tooth whitening. Op Dent, 39, 3, 239-247.

Mahesuti A, Duan YL, Wang G, 2013. Short-term efficacy of agents containing kno3 or cpp-acp in treatment of dentin hypersensitivity. The Chinese Journal of Dental Research, 17, 1,43-47.

Malferrari S, 1993. Desensitizing effects of Gluma and Gluma 2000 on hypersensitive dentin. American Journal of Dentistry, 6, 6, 283-6.

Markowitz K, Kim S, 1990. Hypersensitive teeth. Experimental studies of dentinal desensitizing agents. Dent Clin of North Am, 34, 3, 491-501.

Markowitz K, Pashley DH, 2008. Discovering new treatments for sensitive teeth: the long path from biology to therapy. J Oral Rehabil, 35, 4, 300-15.

Marshall GW, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M, 1997. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. J Dent, 25, 6, 441-58.

Matsumoto K, Funai H, Shirasuka T, Wakabayashi H, 1985. Effects of Nd: YAG-laser in treatment of cervical hypersensitive dentine. J Conserv Dent, 28, 760-5.

Matsumoto K, Wakabayashi H, Funato A, Shirasuga T, 1985. Pathohistologic findings of dental pulp irradiated by GaAlAs laser diode. J Conserv Dent, 28, 1361-5.

McFall WT, 1986. A review of the active agents available for treatment of dentinal hypersensitivity. Dental Traumatology, 2, 4, 141-9.

McGrath PA, 1986. The measurement of human pain. Dental Traumatology, 2, 4, 124-9.

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, 3, 0340307.

Midda M, 1992. The use of lasers in periodontology. Current opinion in dentistry, 2, 104-8.

Miller JT, Shannon IL, Kilgore WG, Bookman JE, 1969. Use of a water-free stannous fluoride-containing gel in the control of dental hypersensitivity. J Periodontol, 40, 8, 490.

Minkov B, Marmari I, Gedalia I, Garfunkel A, 1975. The effectiveness of sodium fluoride treatment with and without iontophoresis on the reduction of hypersensitive dentin. J Periodontol, 46, 4, 246-9.

Mjör I, 1967. Histologic studies of human coronal dentine following the insertion of various materials in experimentally prepared cavities. Arch Oral Biol, 12, 4, 441-IN3.

Morioka T, Suzuki K, Tagomori S, 1984. Effect of beam absorptive mediators on acid resistance of surface enamel by Nd: YAG laser irradiation. J Dent Health, 34, 1, 40-4.

Moritz A, Gutknecht N, Schoop U, Goharkhay K, EBRAHIM D, Wernisch J, Sperr W, 1996. The advantage of CO2-treated dental necks, in comparison with a standard method: results of an in vivo study. Journal of clinical laser medicine & surgery, 14, 1, 27-32.

Moritz A, Gutknecht N, Schoop U, Wernisch J, Lampert F, Sperr W, 1995. Effects of CO2 laser irradiation on treatment of hypersensitive dental necks: results of an in vitro study. Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery, 13, 6, 397-400.

Moritz A, Schoop U, Goharkhay K, Aoid M, Reichenbach P, Lothaller M, Wernisch J, Sperr W, 1998. Long-term effects of CO2 laser irradiation on treatment of hypersensitive dental necks: results of an in vivo study. Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery, 16, 4, 211-5.

Myers T, McDaniel J, 1991. The pulsed Nd: YAG dental laser: review of clinical applications. Journal of the California Dental Association, 19, 11, 25-30.

Nanci A, 2003. Dentin-pulp complex. Ten Cate's Oral histology: Development, structure and function, 7, 191-238.

Naylor F, Corrêaaranha AC, Eduardo CDP, Arana-Chavez VE, Sobral MAP, 2006. Micromorphological analysis of dentinal structure after irradiation with Nd: YAG laser and immersion in acidic beverages. Photomedicine and Laser Therapy, 24, 6, 745-52.

Nemezio MA, Carvalho SC, Scatolin RS, Colucci V, Galo R, Corona SAM, 2015. Effect of Fluoride Varnish Combined with Er: YAG Laser on the Permeability of Eroded Dentin: An In Situ Study. Brazilian Dental Journal, 26, 6, 671-7.

Newman MG, Takei H, Klokkevold PR, Carranza FA, 2011. Carranza's Clinical Periodontology, Elsevier health sciences, p.

Orchardson R, Cadden S, 2001. An update on the physiology of the dentine-pulp complex. Dental Update, 28, 4, 200-6, 8-9.

Orchardson R, Collins W, 1987. Clinical features of hypersensitive teeth. Br Dental J, 162, 7, 253-6.

Orchardson R, Gillam DG, 1999. The efficacy of potassium salts as agents for treating dentin hypersensitivity. Journal of Orofacial Pain, 14, 1, 9-19.

Orchardson R, Gillam DG, 2006. Managing dentin hypersensitivity. J Am Dent Assoc, 137, 7, 990-8.

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, 2, 142-8.

Palazon MT, Scaramucci T, Aranha ACC, Prates RA, Lachowski KM, Hanashiro FS, Youssef MN, 2013. Immediate and short-term effects of in-office desensitizing treatments for dentinal tubule occlusion. Photomedicine and Laser Surgery, 31, 6, 274-82.

Pashley D, Galloway S, 1985. The effects of oxalate treatment on the smear layer of ground surfaces of human dentine. Arch Oral Biol, 30, 10, 731-7.

Pashley DH, 1988. Consideration of dentine permeability in cytotoxicity testing. International Endodontic Journal, 21, 2, 143-54.

Pashley DH, 2008. Dentin Hypersensitivity: consensus-based recommendations for the diagnosis & management of dentin hypersensitivity, AEGIS Publications, p.

Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Carvalho R, Russell C, 1995. Bond strength versus dentine structure: a modelling approach. Arch Oral Biol, 40, 12, 1109-18.

Pashley DH, Michelich V, Kehl T, 1981. Dentin permeability: Effects of smear layer removal. J Prosthe Dent, 46, 5, 531-7.

Pereira JC, 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, 2, 129-38.

Petrou I, Heu R, Stranick M, Lavender S, Zaidel L, Cummins D, Sullivan RJ, Hsueh C, Gimzewski JK, 2009. A breakthrough therapy for dentin hypersensitivity: how dental products containing 8% arginine and calcium carbonate work to deliver effective relief of sensitive teeth. J Clin Dent, 20, 1, 23.

Pick RM, Pecaro BC, Silberman CJ, 1985. The laser gingivectomy: the use of the CO2 laser for the removal of phenytoin hyperplasia. J Periodontol, 56, 8, 492-6.

Pillon FL, Romani IG, Schmidt ÉR, 2004. Effect of a 3% potassium oxalate topical application on dentinal hypersensitivity after subgingival scaling and root planing. J Periodontol, 75, 11, 1461-4.

Rees J, Jin L, Lam S, Kudanowska I, Vowles R, 2003. The prevalence of dentine hypersensitivity in a hospital clinic population in Hong Kong. Journal of Dentistry, 31, 7, 453-61.

Renton-Harper P, Midda M, 1992. NdYAG laser treatment of dentinal hypersensitivity. Br Dent J, 172, 1, 13-6.

Ritter AV, de Dias WL, Miguez P, Caplan DJ, Swift EJ, 2006. Treating cervical dentin hypersensitivity with fluoride varnish. J Am Dent Assoc, 137, 7, 1013-20.

Rochkind S, Nissan M, Razon N, Schwartz M, Bartal A, 1986. Electrophysiological effect of HeNe laser on normal and injured sciatic nerve in the rat. Acta Neurochirurgica, 83, 3-4, 125-30.

Schilke R, Lisson JA, Bauß O, Geurtsen W, 2000. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. Arch Oral Biol, 45, 5, 355-61.

Schmalz G, 1998. Concepts in biocompatibility testing of dental restorative materials. Clinical Oral Investigations, 1, 4, 154-62.

Schupbach P, Lutz F, Finger W, 1997. Closing of dentinal tubules by Gluma desensitizer. Eur J Oral Sci, 105, 5P1, 414-21.

Schwarz F, Arweiler N, Georg T, Reich E, 2002. Desensitizing effects of an Er: YAG laser on hypersensitive dentine. J Clin Periodontol, 29, 3, 211-5.

Seltzer S, Bender I, 2002. The Dental Pulp 4th ed. Hardgreaves KM, Goodis HE, eds. Quintessence, Chicago, 73.

Senda A, Gomi A, Tani T, Yoshino H, Hara G, 1985. A clinical study on" soft laser 632", a He-Ne low energy medical laser. 1: Pain relief immediately after irradiation. Aichi Gakuin Daigaku Shigakkai Shi, 23, 4, 773.

Sengun A, Buyukbas S, Hakki S, 2006. Cytotoxic effects of dental desensitizers on human gingival fibroblasts. Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials, 78, 1, 131-7.

Singal P, Gupta R, Pandit N, 2005. 2% sodium fluoride-iontophoresis compared to a commercially available desensitizing agent. J Periodontol, 76, 3, 351-7.

Smith B, Ash M, 1964. Evaluation of a desensitizing dentifrice. J Am Dent Assoc, 68, 5, 639-47.

Somasundaram P, Vimala N, Mandke LG, 2013. Protective potential of casein phospeptide amorphous calcium phosphate containing paste on enamel surface. J Conserv Dent.;16:152–156.

Strang R, Moseley H, Carmichael A, 1988. Soft lasers--have they a place in dentistry? Br Dent J, 165, 6, 221.

Sturdevant JR, Lundeen T, Sluder T, 2006. Clinical significance of dental anatomy, histology, physiology, and occlusion. Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry. 4th ed. St. Louis: Mosby, 15.

Swift Jr E, 2004. Causes, prevention, and treatment of dentin hypersensitivity. Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995), 25, 2, 95-106, 9; quiz 10.

Szep S, Kunkel A, Ronge K, Heidemann D, 2002. Cytotoxicity of modern dentin adhesives—in vitro testing on gingival fibroblasts. J Biomed Mater Res, 63, 1, 53-60.

Taani S, Awartani F, 2002. Clinical evaluation of cervical dentin sensitivity (CDS) in patients attending general dental clinics (GDC) and periodontal specialty clinics (PSC). J Clin Periodontol, 29, 2, 118-22.

Tagger E, Tagger M, 1984. Pulpal and periapical reactions to glutaraldehyde and paraformaldehyde pulpotomy dressing in monkeys. Journal of Endodontics, 10, 8, 364-71.

Tal M, Oron M, Gedalia I, Ehrlich J, 1976. X-ray diffraction and scanning electron microscope investigations of fluoride-treated dentine in man. Arch Oral Biol, 21, 5, 285-90.

Tammaro S, Wennström JL, Bergenholtz G, 2000. Root-dentin sensitivity following non-surgical periodontal treatment. J Clin Periodontol, 27, 9, 690-7.

Tarbet WJ, Buckner A, Stark MM, Fratarcangelo PA, Augsburger R, 1981. The pulpal effects of brushing with a 5 percent potassium nitrate paste used for desensitization. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, 51, 6, 600-2.

Trowbridge H, Edwall L, Panopoulos P, 1982. Effect of zinc oxide-eugenol and calcium hydroxide on intradental nerve activity. Journal of Endodontics, 8, 9, 403-6.

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, 10, 540-5.

Von Troil B, Needleman I, Sanz M, 2002. A systematic review of the prevalence of root sensitivity following periodontal therapy. J Clin Periodontol, 29, s3, 173-7.

Vongsavan N, Matthews B, 1992. Fluid flow through cat dentine in vivo. Arch Oral Biol, 37, 3, 175-85.

Walsh JT, Cummings JP, 1994. Effect of the dynamic optical properties of water on midinfrared laser ablation. Lasers in Surgery and Medicine, 15, 3, 295-305.

Walsh JT, Flotte TJ, Deutsch TF, 1989. Er: YAG laser ablation of tissue: effect of pulse duration and tissue type on thermal damage. Lasers in Surgery and Medicine, 9, 4, 314-26.

Watanabe H, Kataoka K, Iwami H, Shinoki T, Okagami Y, Ishikawa I. In vitro and in vivo studies on application of erbium: YAG laser for dentine hypersensitivity. International Congress Series, 455-7.

Watanabe H, Nakamura Y, Wakabayashi H, Matsumoto K, 1991. Study on laser transmission through tooth structures by 40 mW Ga-Al-As semiconductor laser. Journal of Japan Endodontic Association, 12, 40, 4.

Watanabe T, Sano M, Itoh K, Wakumoto S, 1991. The effects of primers on the sensitivity of dentin. Dental Materials, 7, 3, 148-50.

West NX, 2008. Dentine hypersensitivity: preventive and therapeutic approaches to treatment. Periodontology 2000, 48, 1, 31-41.

White JM, Goodis HE, Rose CL, 1991. Use of the pulsed Nd: YAG laser for intraoral soft tissue surgery. Lasers in Surgery and Medicine, 11, 5, 455-61.

Whitters C, Hall A, Creanor S, Moseley H, Gilmour W, Strang R, Saunders W, Orchardson R, 1995. A clinical study of pulsed Nd: YAG laser-induced pulpal analgesia. J Dent, 23, 3, 145-50.

Yates R, Newcombe R, Addy M, 2004. Dentine hypersensitivity: a randomised, double-blind placebo-controlled study of the efficacy of a fluoride-sensitive teeth mouthrinse. J Clin Periodontol, 31, 10, 885-9.

Yilmaz HG, Cengiz E, Kurtulmus-Yilmaz S, Leblebicioglu B, 2011. Effectiveness of Er, Cr: YSGG laser on dentine hypersensitivity: a controlled clinical trial. J Clin Periodontol, 38, 4, 341-6.

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 & Surgery, 17, 5, 205-10.

Yoshiyama M, Noiri Y, Ozaki K, Uchida A, Ishikawa Y, Ishida H, 1990. Transmission electron microscopic characterization of hypersensitive human radicular dentin. J Dent Rest, 69, 6, 1293-7.

Zapletalova Z, Perina Jr J, Novotný R, Chmelickova H, 2007. Suitable conditions for sealing of open dentinal tubules using a pulsed Nd: YAG laser. Photomedicine and laser surgery, 25, 6, 495-9.

Zhang C, Matsumoto K, Kimura Y, Harashima T, Takeda FH, Zhou H, 1998. Effects of CO 2 laser in treatment of cervical dentinal hypersensitivity. Journal of Endodontics, 24, 9, 595-7.

8. ÖZGEÇMİŞ

1986'da İzmir'de doğdu. İlkokulu Cumhuriyet İlkokulu'nda, ortaokul ve liseyi Ayvalık Anadolu Lisesi'nde okudu. 2004 yılında Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde başladığı lisans öğrenimini 2010 yılında tamamladı. Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji ABD'de doktora yapmaktadır. Yabancı dili İngilizcedir.