

T.C
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EDTA’NIN FARKLI YAŞ GRUPLARINDAKİ DENTİN
ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Dt. Hüseyin Özgür ÖZDEMİR

Endodonti Programı
DOKTORA TEZİ

ANKARA
2007

T.C
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EDTA'NIN FARKLI YAŞ GRUPLARINDAKİ DENTİN
ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Dt. Hüseyin Özgür ÖZDEMİR

Endodonti Programı
DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Hatice Doğan BUZOĞLU

ANKARA
2007

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından Endodonti Programında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Bahar Özçelik
Hacettepe Üniversitesi



Danışman: Doç. Dr. Hatice Doğan Buzoğlu
Hacettepe Üniversitesi



Üye: Prof. Dr. Semra Çalt Tarhan
Hacettepe Üniversitesi



Üye: Prof. Dr. Ahmet Serper
Hacettepe Üniversitesi



Üye: Doç. Dr. Cemal Tınaz
Gazi Üniversitesi



ONAY:

Bu tez, Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Hakan S. Orer
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanmasındaki katkılarından dolayı başta danışmanım Sayın Doç. Dr. Hatice Doğan Buzoğlu olmak üzere, Prof. Dr. Semra Çalt Tarhan'a, Prof. Dr. Bahar Özçelik'e, Prof. Dr. Ahmet Serper'e, Çalışmalarımızda kullanılan solüsyonların hazırlanmasındaki yardımlarından dolayı Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Araştırma Görevlisi Sayın Emirhan Nemutlu'ya

X ışını Kırınım Grafisi Analizi çalışmasındaki yardımlarından dolayı Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Abidin Temel ve Araştırma Görevlisi Sayın Elif Varol'a

İstatistiksel değerlendirme aşamasındaki yardımlarından dolayı Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi Sayın Umut Aslan'a

Doktora eğitimim süresince desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili eşim Seçil Aktaş Özdemir'e ve tüm aileme teşekkürlerimi saygı ve sevgilerimle sunarım.

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından desteklenmiştir, (06.D05.205.002).

ÖZET

Özdemir, H.Ö. EDTA'nın farklı yaş gruplarındaki dentin üzerine etkilerinin incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Endodonti Programı Doktora Tezi, Ankara, 2007. Bu çalışmanın amacı; EDTA ve EDTA+NaOCl'nin kombine kullanımının genç ve yaşlı dentin örnekleri üzerinde yaptığı ultramorfolojik ve kimyasal değişimlerin SEM ve X ışını kırınım grafisi ile incelenmesidir. SEM çalışmasında 16 adet tek köklü insan dişi kullanılmıştır. Dişlerin kronları uzaklaştırıldıktan sonra kök kanalları genişletilmiştir. Diş kökünün koronal ve apikal üçlüsü uzaklaştırılarak elde edilen orta üçlü; bukkolingual yönde ortadan kesilerek iki parçaya ayrılmış, böylece her kökten orta üçlü bölgesinden iki örnek elde edilmiştir. Örneklerden birisi % 17 EDTA ile 1 dakika, sonra % 2.5 NaOCl ile irriga edilmiş, diğer yarısı ise % 17 EDTA ile 10 dakika, sonra % 2.5 NaOCl ile irriga edilmiştir. Yaşlı dişlerden elde edilen dentin örneklerinde 10 dakika uygulama sonrası ortalama dentin tübül alanı ve dentin tübül çapı anlamlı derecede artmıştır ($p<0.05$). X ışını kırınım grafisi analizinde 16 adet çürüksüz 1. büyük insan azı dişleri kullanılmıştır. Her iki yaş gruptaki dişlerin giriş kavimleri açılmış ve organik artıklar temizlenmiştir. Dişlerin mine ve sement tabakası bir elmas frez yardımı ile sadece dentin dokusu kalacak şekilde uzaklaştırılmıştır. Dentin örnekleri tur yardımı ile dentin tozu haline getirilmiştir. Dentin tozu örneklerinin kontrol X ışını kırınım grafileri çekildikten sonra toz örnekleri ikiye bölünerek, bir parça % 17 EDTA ile 10 dakika süreyle muamele edilmiş, diğer parça % 17 EDTA ile 10 dakika ve % 2.5 NaOCl ile 10 dakika irriga edilmiş ve dentin tozlarının X ışını kırınım grafileri çekilmiştir. Her iki yaş grubunda EDTA kullanımı hidroksiapatit oranını azaltmıştır ($p<0.05$). EDTA + NaOCl kullanımı sadece yaşlı grupta anlamlı bir azalmaya neden olmuştur ($p<0.05$)

Anahtar kelimeler: Yaşlanma, Dentin, İrrigasyon Solüsyonları, Tarama Elektron Mikroskobu, X Işını Kırınımı

Desteleyen Kurumlar: H.Ü.B.A.B, (06.D05.205.002).

ABSTRACT

Özdemir, H.Ö. Effects of EDTA on young and old radicular dentin.

Ankara, 2007. The aim of this study was to investigate the time-dependent effects of EDTA and EDTA+NaOCl on the chemical composition and surface micromorphology young and old dentin; using scanning electron microscope (SEM) and X-ray diffraction analysis. In the SEM investigation, 16 single-rooted extracted human teeth were used. Following removal of tooth crowns, the root canals were enlarged in the conventional manner. Thereafter, the middle third of each root was separated from the coronal and apical sections, and further bisected for treatment of one half with 1-min application of 17% EDTA and the other half with 10-min application of 17% EDTA, both of which were further irrigated with 2.5% NaOCl. The mean tubule area and tubule diameter of old dentin specimens significantly increased after 10-min treatment ($p<0.05$). 16 non-carious extracted human first molars were used for the X-ray diffraction analysis. Following removal of the enamel and cement layers with high-speed diamond burs, the remaining dentin was reduced to a powder state using low-speed burs. After recording the control diffraction values of the dentin powder, the specimens were divided into two equal portions, one of which was treated with 17% EDTA for 10 min and the other with 17% EDTA and 2.5% NaOCl for 10 min each. Statistical analyses of the X-ray diffraction values of the test groups showed that EDTA treatment reduced the hydroxyapatite content of both young and old dentin significantly ($p<0.05$). However, combined use of EDTA and NaOCl only caused a significant decrease in the hydroxyapatite content of old dentin ($p<0.05$).

Key Words: Aging, Dentin, Irrigation solutions, Scanning electron microscope, X-ray diffraction

Supported by H.Ü.B.A.B, (06.D05.205.002).

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER	ix
TABLolar VE GRAFİKLER	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Dentin	4
2.2. Smear Tabakası	12
2.3. İrrigasyon Solüsyonları	15
2.4. Tarama Elektron Mikroskobu	22
2.5. X Işını Kırınım Grafisi Analizi	23
3. GEREÇ VE YÖNTEM	25
3.1. Tarama Elektron Mikroskobu	26
3.2. X Işını Kırınım Grafisi Analizi	30
4. BULGULAR	33
4.1. Tarama Elektron Mikroskobu	33
4.2. X Işını Kırınım Grafisi Analizi	42
5. TARTIŞMA	49
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	62
KAYNAKLAR	63

SİMGELER VE KISALTMALAR

NaOCl	Sodyum hipoklorit
EDTA	Etilen diamin tetraasetik asit
SEM	Tarama elektron mikroskobu
MTAD	Mixed tetracycline acid detergent
MTA	Mineral trioxide aggregate
Ca ⁺⁺	Kalsiyum iyonu
µm	Mikrometre
nm	Nanometre
g	Gram
ml	Mililitre

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1.1. Dentinin genel yapısı	7
Şekil 2.2.1. Smear tabakasının SEM görüntüsü	13
Şekil 2.3.1. EDTA'nın molekül yapısı	20
Şekil 3.1.1. SEM incelemesi için hazırlanan diş örnekleri	28
Şekil 3.1.2. SEM örneklerinin altınla kaplandığı cihaz	28
Şekil 3.1.3 Diş örneklerinin altınla kaplandıktan sonraki görüntüsü	29
Şekil 3.1.4 Dentin örneklerinin incelendiği SEM cihazı	29
Şekil 3.2.1 Dentin toz örneklerinin yerleştirildiği lam	32
Şekil 3.2.2 Dentin örneklerinin X ışını kırınım grafigerinin çekildiği cihaz	32
Şekil 4.1.1. Genç Dentin; A. 1 Dakika, B. 10 Dakika EDTA + NaOCl uygulaması	38
Şekil 4.1.2. Genç Dentin; A. 1 Dakika, B. 10 Dakika EDTA + NaOCl uygulaması	39
Şekil 4.1.3. Yaşlı Dentin; A. 1 Dakika, B. 10 Dakika EDTA + NaOCl uygulaması	40
Şekil 4.1.4. Yaşlı Dentin; A. 1 Dakika, B. 10 Dakika EDTA + NaOCl uygulaması	41
Şekil 4.2.1. Genç Dentin; Kontrol, EDTA ve EDTA + NaOCl Gruplarının X Işını Kırınım Grafigeri	47
Şekil 4.2.2. Yaşlı Dentin; Kontrol, EDTA ve EDTA + NaOCl Gruplarının X Işını Kırınım Grafigeri	48

TABLOLAR VE GRAFİKLER

Tablo	Sayfa
Tablo 2.1.1. Dentin Dokusunun İnorganik Bileşenleri	4
Tablo 4.1.1. Ortalama Tübül Alanı (μm^2)	34
Tablo 4.1.2. Dentin Dokusunda mm^2 deki Tübül Sayısı	35
Tablo 4.1.3. Dentin Tübül Çapı	36
Tablo 4.1.4. Deney Gruplarında Elde Edilen İstatistiksel Anlamlılık Değerleri (%95 Güvenlik Aralığında Anlamlılık Tespit Edilmektedir)	37
Tablo 4.2.1. X Işını Kırınım Grafisi $2\theta = 31.773^\circ$ Noktasındaki Pik Değerleri	44
Tablo 4.2.2. Kontrol Grubuna Göre EDTA ve EDTA + NaOCl Uygulaması Sonucu X Işını Kırınım Grafisi Pik Değeri Azalma Yüzdesi ($2\theta = 31.773^\circ$)	45
Tablo 4.2.3. Kontrol ve Deney Gruplarında Elde Edilen İstatistiksel Anlamlılık Değerleri (%95 Güvenlik Aralığında Anlamlılık Tespit Edilmektedir)	46
Tablo 4.2.4. Kontrol ve Deney Gruplarından Elde Edilen Azalma Yüzdelerinin İstatistiksel Anlamlılık Değerleri (%95 Güvenlik Aralığında Anlamlılık Tespit Edilmektedir)	46
 Grafik	
Grafik 4.1.1. Ortalama Tübül Alanı (μm^2)	34
Grafik 4.1.2. Dentin Dokusunda mm^2 deki Tübül Sayısı	35
Grafik 4.1.3. Dentin Tübül Çapı	36
Grafik 4.2.1. X Işını Kırınım Pik Değeri ($2\theta = 31.773^\circ$)	44
Grafik 4.2.2. X Işını Kırınım Pik Değeri Azalma Yüzdesi ($2\theta = 31.773^\circ$)	45

GİRİŞ

Kök kanal tedavisinde, pulpa ve periapikal doku hastalıklarının teşhis ve tedavisi amaçlanmaktadır. Kök kanallarının, organik ve inorganik artıkları uzaklaştıracak şekilde temizlenmesi ve şekillendirilmesi kök kanal tedavisinin önemli bir aşamasıdır (1).

Kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesi sırasında oluşan dentin artıklarından ve kök kanalında bulunan organik ve inorganik bileşenlerden meydana gelen amorf tabakaya smear tabakası adı verilmektedir. Smear tabakası dentin tübüllerinin girişini kapatacak şekilde kök kanal duvarlarını kaplayan bir film tabakası yapısındadır (2, 3).

Kök kanallarının temizleme ve şekillendirilmesi aşamasında irrigasyon önemli bir yer tutmaktadır. Irrigasyon ile temizleme ve şekillendirme sırasında ortaya çıkan veya kök kanalları içerisinde bulunan organik ve inorganik doku artıklarının uzaklaştırılması amaçlanmaktadır (1, 2, 4).

Kök kanal tedavisi sırasında kullanılabilecek çeşitli irrigasyon solüsyonları bulunmasına rağmen en çok tercih edileni, yüksek antimikrobiyal etkinliğe sahip olan Sodyum Hipoklorit (NaOCl)'dir (2). NaOCl, etkili bir organik çözücü olmasına rağmen kök kanalında bulunan inorganik doku üzerinde yeterli etkiyi gösterememesi ve smear tabakasını tek başına uzaklaştıramaması nedeniyle şelasyon ajanları ile kullanılması önerilmektedir. Günümüzde en sıklıkla kullanılan şelasyon maddelerinden biri olan Etilen diamin tetraasetik asit (EDTA), dentin yapısındaki Ca^{++} ile şelasyon yaparak kök kanalında bulunan inorganik dokunun uzaklaştırılmasına yardımcı olmaktadır (5).

Irrigasyon solüsyonlarının kök dentini üzerinde yaptığı etkilerin gözlemlenmesinde kullanılan yöntemlerden birisi Tarama Elektron Mikroskobu (SEM)'dur. SEM ile irrigasyon solüsyonlarının smear tabakası üzerinde, kök kanal dentininde ve dentin tübülü girişinde yaptığı değişiklikler gözlemlenmekte ve kıyaslanabilmektedir (6, 7).

Bir maddedeki inorganik yapılar hakkında bilgi edinmek ve değişimleri gözlemlemek için kullanılan yöntemlerden birisi de X ışını kırınım (X-ray

diffraction) grafisi analizidir. X ışını kırınım grafisi analizi ile dentin yapısındaki hidroksiapatit kristal yapısı tespit edilebilmekte ve irrigasyon solusyonlarının neden olduğu değişimler gözlenebilmektedir (8, 9).

Yaşlanma ile tüm vücutta olduğu gibi diş dokularında da bazı değişimler meydana gelmektedir. Yaşlanma süresince odontoblastlar tarafından sekonder dentin yapımı devam etmektedir. Bu süreç peritübüler dentinin miktarının artmasına aynı zamanda dentinin kimyasal yapısında değişikliğe neden olmaktadır (10, 11). Dentin yapısında meydana gelen bu değişiklikler kök kanal tedavisinde temizleme ve şekillendirme aşamasında farklı irrigasyon yaklaşımlarının kullanılmasını gerektirebilir.

Bundan dolayı, günümüzde kök kanal tedavisi sırasında irrigasyon solüsyonu olarak sıklıkla kullanılan NaOCl ve EDTA'nın farklı yaş gruplarındaki dentin üzerinde yaptıkları kimyasal ve morfolojik değişikliklerin SEM ve X ışını kırınım grafisi analizi ile değerlendirilmesi çalışmamızın amacını oluşturmaktadır.

GENEL BİLGİLER

Kök kanal tedavisinde, kök kanal sisteminin mekanik ve kimyasal olarak mikroorganizmalardan, organik ve inorganik artıklardan temizlenmesi ve üç boyutlu olarak doldurulması amaçlanmaktadır.

Kök kanal sisteminin ana bileşenleri; çevresi dentin dokusu ile sınırlanmış pulpa dokusu, pulpa dokusunun içinde yer aldığı kök kanalı ve kron kısmındaki pulpa odasıdır. Kök kanal sisteminin diğer bileşenleri apikal foramen, pulpa boynuzları, aksesuar ve lateral kanallar, furkasyon kanallarıdır (2). Kök kanal tedavisi, enfekte kök kanal sisteminin dezenfeksiyonu ve üç boyutlu olarak tıkanmasını hedefleyen işlemler olarak tanımlanmaktadır (12).

Kök kanal tedavisinin başarısında dezenfeksiyon ve üç boyutlu tıkama kadar önemli bir işlem de organik ve inorganik artıkların kök kanal sisteminden uzaklaştırılmasıdır (2). Kök kanalının temizlenme ve şekillendirilmesi sırasında oluşan bu artıkların kök kanal sisteminden uzaklaştırılması irrigasyonun amaçlarından birisidir (4, 13). Enfekte kök kanalında bulunan bakterilerin ve toksinlerinin eliminasyonunu sağlamak için mekanik enstrüman kullanımı ile birlikte kimyasal bir yöntem olan irrigasyonun da kullanılması gerekmektedir (14).

Kök kanallarının temizleme ve şekillendirilmesi sırasında irrigasyon solüsyonlarının kullanımı pulpa dokusu, debris ve mikroorganizmaların kök kanalından uzaklaştırılmasını kolaylaştırmaktadır. Irrigasyon, fiziksel olarak kök kanal sisteminin temizlenmesine yardımcı olurken antimikrobiyal maddelerin kanal içerisine ulaşmasını ve organik dokuların çözünmesini sağlamaktadır (15).

Kök kanal sisteminin dış sınırlarını dentin dokusunun belirlemesi nedeniyle kök kanal tedavisi sırasında uygulanan işlemler dentin dokusu ile yakından ilişkilidir (2). Dentin dokusunun iyi tanınması temizleme ve şekillendirme sırasında yapılan mekanik eyleme ve uygulanan irrigasyon solüsyonlarının dentin dokusu üzerinde yaptığı değişiklikleri anlamak açısından önemlidir (5, 16).

2.1 Dentin

Dentin dokusu yapımı; fetal dönemin 8. haftasında differansiye olmamış mezenşimal hücrelerin odontoblastlara farklılaşması ile başlamaktadır (17). Dentin dokusu; dişin kök kısmında sement dokusu ile, kron kısmında ise mine dokusu ile çevrelenmiş, pulpa dokusunu tamamen saran amorf ve avasküler yapıda minarelize olmuş bağ dokusudur. Dişi oluşturan bileşenler içinde en büyük kütleye sahiptir. Bir yandan yapısında bulunan dentin tübülleri sayesinde bir difüzyon bariyeri görevi yaparak pulpa dokusunun sağlığının korunmasına yardımcı olurken bir yandan da dişin mekanik bütünlüğünün korunmasına yardımcı olmaktadır (15).

Dentin, mineralize bir bağ dokusu olarak % 70 inorganik, % 20 organik ve % 10 da sudan oluşmuştur. İnorganik kısım hidroksiapatit kristallerinden meydana gelir, organik kısmın ise büyük bir bölümü kollajenden oluşmaktadır (2).

Dentin dokusundaki temel inorganik madde $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (Hidroksiapatit) dir. Dentin dokusunda bulunan hidroksiapatitin kristal yapısının mineye göre daha küçük olduğu, daha düşük kalsiyum ve % 4 – 5 karbonat içerdiği bulunmuştur. Küçük kristal boyutu, düşük kalsiyum ve yüksek karbonat içeriği ile dentin dokusu yüksek çözünülebilirlik ve iyonik değişim potansiyeline sahiptir. Dentinin ana inorganik yapısını kalsiyum, fosfor, karbonat, sodyum ve magnezyum oluşturmakta (Tablo 2.1.1), ayrıca çinko, demir, bakır gibi elementler de eser miktarda bulunmaktadır (18, 19).

Tablo 2.1.1. Dentin Dokusunun İnorganik Bileşenleri (18)

Bileşen	% Kuru Ağırlık
Kalsiyum	26.9
Fosfor	13.2
Karbonat	4.6
Sodyum	0.6
Magnezyum	0.8

Dentin yapısını oluşturan hidroksiapatit kristalindeki kalsiyumun fosfora oranı kristal ve anatomik yapıya da bağlı olarak yaklaşık 1,67M dir. Bu orandaki herhangi bir değişim inorganik bileşenlerin oranını da değiştirerek dentin çözünürlüğünü ve geçirgenliğini değiştirmektedir (18, 20).

Dentinin organik matriksi protein ve proteoglikanlardan meydana gelmiştir. Dentinin organik matriksinde bulunan proteinlerden en önemlisi fibriler yapıyı oluşturan kollajendir. Kollajen değişik derecelerde dayanıklılığa ve elastikliğe sahip yapısal bir proteindir (21, 22). Dentinin organik kısmı % 91 oranında kollajenden oluşmaktadır (2). Dentin yapısında Tip 1 kollajen bulunur. Tip 1 kollajen, dokularda en çok ve en yaygın bulunan kollajen tipidir ve lifsel yapılar halinde bulunmaktadır. Başlıca kemik, dentin, dermis ve tendon organ kapsülleri gibi dokularda mevcuttur. Tip 1 kollajen diş formasyonu sırasında odontoblastlar tarafından üretilerek dentin yapısına katılmaktadır (23). Dentinde bulunan Tip 1 kollajen fiziksel ve kimyasal olarak kemikte bulunan kollajene benzer, çapı yaklaşık 100nm'dir ve küçük mikrofibrillerden oluşmuştur (24).

Predentin

Predentin, odontoblastlar ile mineralize olmuş dentin arasında yer alan, yaklaşık olarak 10 - 30 µm kalınlığında mineralize olmamış bir alandır (25). Dentin formasyonunun ilk aşaması olan predentin yapımı odontoblastların Tip1 ve Tip2 kollajen, proteoglikanlar, glikoproteinler, glikozaminoglikanlar, Gla proteinler ve dentin fosfoproteinlerini sentezlemesi ve salgılaması ile başlamaktadır. Dentin fosfoproteinlerinin predentin üzerine kalsiyum bağlanmasında önemli bir rol aldığı düşünülmektedir (2).

Primer Dentin

Primer dentin, diş oluşumu sırasında meydana gelen dişin erüpsiyonu ve apikal bölgenin oluşmasıyla tamamlanan orijinal, tübüler dentin dokusudur. Primer dentinin dış kısmı “manto dentini” olarak adlandırılmaktadır. Manto dentini yaklaşık 150 µm kalınlığında olup,

çevresindeki dentinden yaklaşık olarak %4 daha az mineralize olmuş bir yapıdır. Manto dentini, yeni differansiye olmuş ve odontoblastik uzantıları henüz kısa olan odontoblastlar tarafından şekillendirilmektedir. (2, 17).

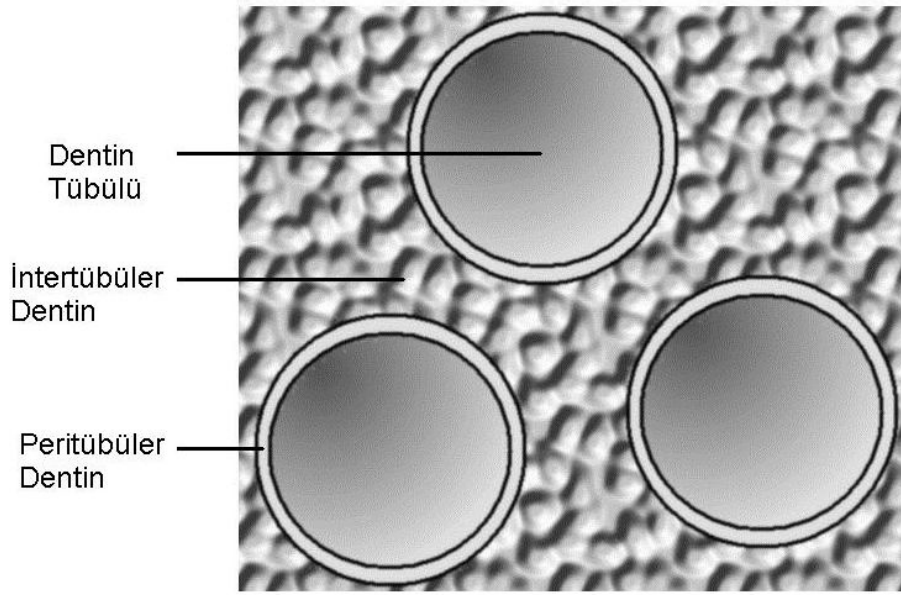
Sekonder Dentin

Sekonder dentin, primer dentinin oluşumundan ve kök formasyonunun tamamlanmasından sonra yaşam boyunca odontoblastlar tarafından yapılmaya devam edilen dentin dokusudur. Sekonder dentin ile primer dentin arasındaki en önemli fark odontoblastlar tarafından yapım hızlarıdır. Primer dentin diş oluşumu sırasında hızla oluşurken, sekonder dentin yapımı ömür boyu sürmektedir. Sekonder dentin, pulpa odasının tavanı ve tabanında şekillenerek zamanla pulpa odasının küçülmesine, kök kanalının ise daralmasına neden olmaktadır (2, 17).

Tersiyer dentin

Tersiyer dentin, primer ve sekonder dentinden farklı olarak pulpa kaplaması, kavite preparasyonu, restoratif materyaller ve çürük gibi normal olmayan uyaranlara karşı odontoblastların cevabı olarak pulpa-dentin sınırında üretilir. Geçmişte tersiyer dentine irregüler dentin, irritasyon dentini, tamir dentini ve yenileme (replacement) dentini gibi isimler verilmiştir.

Tersiyer dentin yapımı, reaksiyoner (reactionary) dentin ve tamir dentininin üretilmesi olarak sınıflandırılabilir. Tersiyer dentinin, pulpa dokusunda bulunan ve sekonder dentin yapımından sorumlu mevcut odontoblastlar tarafından üretilmesi sonucu oluşan dentin “reaksiyoner dentin” olarak tanımlanmıştır. Odontoblast yıkımı ile sonuçlanan dentin yaralanması sonucunda, yeni differansiye olmuş odontoblast benzeri hücrelerden yapılan dentine ise “tamir dentini” adı verilmektedir. Reaksiyoner dentin yapımı ile oluşan tersiyer dentinde dentin tübülleri devamlılık gösterirken, tamir dentininde dentin tübülleri kesintiye uğramıştır (2, 26).



Şekil 2.1.1. Dentinin genel yapısı

Peritübüler Dentin

Dentini oluşturan bileşenlerden birisi olan peritübüler dentin (Şekil 2.1.1) kron ve kök dentini boyunca bulunur. Peritübüler dentin, odontoblast uzantılarından yapılan sekresyonun kalsifiye olması sonucu oluşmaktadır. Peritübüler dentin, dentin tübülünün çevresinde oluşur ve tübül boyunca uzanır. Peritübüler dentinin mineralizasyonu intertübüler dentine göre %40 daha fazla ancak kollajen fibril miktarı daha azdır. Bunun sonucu olarak asit içerisinde intertübüler dentinden daha kolay çözünmektedir (1, 2, 27). Peritübüler dentin yapımı hakkında çok fazla bilgi olmamasına rağmen, yavaş olan bu süreç oklüzal abrazyon veya diğer pulpal irritasyonlar ile hızlanmaktadır (17).

İntertübüler Dentin

İntertübüler dentin, tübüller arasında yer alan dentin kütlesidir (Şekil 2.1.1). İntertübüler dentinin organik matriksi çapları 50-100 nm arasında değişen kollajen fibrillerden oluşmaktadır. Peritübüler dentine göre daha az mineralize olması nedeniyle intertübüler dentin daha düşük sertliğe sahiptir, aynı nedenle dentinin gerilim streslerine yardımcı olmakta ve dentinin elastisite sınırlarını belirlemektedir (1, 2, 28).

İnterglobüler dentin

İnterglobüler dentin, özellikle manto dentini bölgesinde dentinin mineralize olamamış organik matriksidir. D vitamini dirençli Rickets ve Hipofosfatasia gibi bazı sistemik anomalilerde geniş interglobüler dentin alanları görülmektedir (2).

Dentin Sıvısı

Dentin sıvısı, dentin tübüllerinin içinde bulunmaktadır. Dentin sıvısı, dentin dokusunun yüzeyel kısımlarında yapının % 1'ini, pulpaya yakın dentin bölgesinde % 22'sini oluşturmaktadır. Dentin sıvısının kaynağı pulpadaki kılcal kan damarlarıdır (2, 29). Plazma benzeri bir yapıdadır ancak iyonize kalsiyum miktarı normal plazmadan 2-3 kat daha fazladır (30). Dentin sıvısı, plazma proteinleri de içermesine rağmen, plazma konsantrasyonunun sadece % 10'una sahiptir. Cuicchi ve diğerleri (31) dentin sıvısının dinamikleri üzerinde yaptıkları bir araştırmada pulpadaki doku basıncını 10.3 mmHg olarak bulmuşlardır. Dişin kron kısmında mine, kök kısmında ise sement dentin tübüllerini sararak dentin sıvısının dışarıya doğru akmasını önleyen bir bariyer oluşturmaktadırlar. Dentin de oluşabilecek bir travma veya kavite preparasyonu sırasında dentin tübüllerinin açığa çıkması sonucu dentin sıvısı dışarıya doğru hareket etmeye başlar. Dentin sıvısının dentin tübüllerinde hızlı hareket etmesi sonucu sinir reseptörleri uyarılarak dentin hassasiyeti oluşur (32). Dentin sıvısının dentin tübülleri içindeki sirkülasyonuna veya tübüller arasındaki hareketine dair herhangi bir bilgi henüz bulunamamıştır (33). Restorasyonların altındaki bakteri varlığı ve diş çürüğü nedeniyle dentin sıvısının içerisinde bakteriyel ürünler görülebilmektedir. Bu nedenle, dentin sıvısının pulpa dokusunun inflamasyonuna neden olabilecek iritanların pulpaya ulaşmasına yardımcı olabileceği bildirilmiştir. Buna zıt olarak dentin sıvısının pulpadan dışarı doğru hareketinin tübüllere giren bakterilerin uzaklaştırılmasına yardımcı olacağını belirten görüşler de mevcuttur (2). Pulpa dokusunun inflamasyonu sonucu artan pulpa basıncı dentin sıvısının dışarıya doğru hareketine neden

olmaktadır. Bir görüşe göre bu hareket aynı zamanda dentin üzerinde bulunan ve pulpada irritasyona neden olan maddelerin uzaklaştırılmasına yardımcı olmaktadır (33).

Dentin Tübülleri

Dentin tübülleri (Şekil 2.1.1), pulpa-dentin sınırından başlayan dentin dokusu boyunca ilerleyerek dentin-mine sınırında sonlanan S-biçiminde tünel şeklinde yapılardır. Dentin dokusunun pulpal yüzünde dentin tübülü sayısı mm^2 'de 30,000 – 52,000 arasında değişmektedir. Dentin tübülü sayısı pulpadan yüzeye doğru uzaklaştıkça azalır. Bunun nedeni pulpa yüzey alanının dentinin dış yüzey alanından çok daha küçük olmasıdır. Dentin yüzeyindeki mine ve sement sınırında dentin tübülleri dentin hacminin % 1'ini oluştururken, pulpal yüzeyde bu oran % 30'a kadar çıkmaktadır. Benzer şekilde dentin tübüllerinin çapı pulpal yüzeyde yaklaşık 2,5 μm iken, dentinin yüzeyel kısmında ise ortalama 0,8 μm 'ye kadar azalır (2, 34). Dentin tübüllerinin içerisinde odontoblast uzantıları ve dentin sıvısı bulunmaktadır. Dentin tübülleri odontoblast uzantılarının etrafında şekillenerek mine-dentin ve sement-dentin birleşiminden pulpaya kadar uzanırlar, geniş kısmı pulpal yüzeyde olan hafif bir konikliğe sahiptirler. Bu koniklik peritübüler dentin yapımına bağlı olarak oluşmaktadır ve zamanla dentin tübül çapı azalmaktadır. Dentin tübülünün pulpaya ulaştığı ve predentin ile birleştiği noktada peritübüler dentin bulunmamaktadır. Dentin tübüllerinin yapısında odontoblastik uzantı içeren mikrotübüllerin varlığı ve ayrıca mine-dentin sınırında dentin tübüllerinin bir ya da daha fazla dala ayrıldığı gösterilmiştir (2). Dentin tübülleri bu mikrotübüller vasıtasıyla komşu tübüllerle bağlantı halindedirler (18). Dentin tübül sayısının ve çapının artması dentin geçirgenliğinin artmasına neden olmaktadır (35). Bu geçirgenlik nedeni ile dentin bakteri, bakteri ürünleri ve diğer dış kaynaklı maddelerin pulpaya geçişini tam olarak engelleyen bir bariyer değildir. Dentinin tübüler yapısı gereği dış kaynaklı iritanlar dentin tübülleri boyunca ilerleyerek pulpada hasara neden olabilmektedirler. Operatif işlemler, çürükler ve pulpa bağ

dokusunun iritanlara karşı verdiği cevaplar dentin geçirgenliğini değiştirebilmektedirler (36, 37).

Dentin Sklerozu

Dentin tübüllerinin kısmen veya tamamen tıkanması, diş yüzeyinde meydana gelen aşınmalara veya çürüklere karşı bir cevap olarak gelişebileceği gibi yaşlanmanın bir sonucu olarak da meydana gelebilir. Dentin tübüllerin mineral içerikle dolarak tıkanması sonucu sklerotik dentin meydana gelmektedir. Yaşlanma ile birlikte normal bir fizyolojik süreç olan peritübüler dentin yapımı özellikle apikal bölgede dentin sklerozu ile sonuçlanabilmektedir. Dentinin sklerotik hale gelmesi dentin geçirgenliğini önemli ölçüde düşürmekte ve ilerleyen çürük oluşumunu yavaşlatmakta veya durdurmaktadır. Sklerotik dentin oluşumu nedeniyle hem matriksin hem de tübüllerin mineralize olması, dentinin translüsent hale gelmesi ile sonuçlanır (2, 17). Kinney ve diğ. (38) sklerotik dentini inceledikleri çalışmalarında, sklerotik dentinin mineral içeriğini normal dentine göre daha fazla, kristal boyutunu ise daha az olarak bulmuşlardır.

Dentin Geçirgenliği

Dentin, dentin tübülleri nedeni ile bakteri, bakteriyel ürünler ve dış kaynaklı diğer maddelerin difüzyonuna izin veren bir yapıdadır. Dentin-mine ve dentin-sement sınırından pulpaya doğru yaklaşıldıkça dentin tübül sayısının ve çapının artması ile doğru orantılı olarak dentin geçirgenliği de artmaktadır. Dentin geçirgenliği, tübül sayısı ve çapının yanı sıra tübül içerisinde bulunan odontoblast uzantıları, kollajen fibriller ve kalsifiye daralımlar gibi oluşumlardan da etkilenmektedir. Dentinin geçirgenlik özelliği dentin dokusunun kalınlığının yanı sıra yaş ve irritasyonlara bağlı sklerotik dentin yapımı ile değişim göstermektedir (2, 17).

Kavite preparasyonu sırasında dentin tübülleri açığa çıkmakta, dentin kalınlığı azalmakta ve pulpaya doğru yaklaşılması nedeniyle tübül sayısı ve çapı artmaktadır. Kök kanal tedavisi sırasında da benzer şekilde dentin kalınlığı azalmakta ancak kök kanalının genişlemesi nedeni ile tübül sayısı

azalmakta, ancak dentin geçirgenliği yine de artış göstermektedir. Bu iki durumda da oluşan smear tabakası dentin tübüllerinin girişlerini tıkayarak bakterilerin dentine penetrasyonunu engelleyen bir bariyer oluşturmaktadır. Kavite preparasyonundan sonra asit veya EDTA uygulanması, dentin tübül ağzılarının açılmasını ve genişlemesini sağlayarak dentin geçirgenliğini artırmaktadır (2, 17).

Kök ve kron dentinin geçirgenliğinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, Fogel ve diğ. (39), kök dentininin geçirgenliğini çok daha düşük bulmuşlar ve bu sonucu kök dentinindeki tübül sayısının azlığı ile açıklamışlardır.

Yaşa Bağlı Değişimler

Yaşlanma ile birlikte, tüm vucut dokularında bir takım değişimlerin meydana geldiği bilinmektedir. Bu değişimlerden bazıları; protein sentezinde, kollajen yapımında, hormon salınımında ve kalsifiye dokuların yapısında gerçekleşmektedir. Çevresel etkiler ve yaşlanma bu değişimlerin ana nedenlerinden ikisi olarak belirtilmektedir (33).

Yaşlanma sürecinde diş dokularında da bazı değişimler meydana gelmektedir (40). Pulpa dokusunda hücre sayısı azalmakta ve kollajen fibrillerin çapı artmaktadır. Kalınlaşmış kollajen fibrilleri pulpa kalsifikasyonlarının başlangıç odağı olabilmektedir. Hücre sayısının azalması ile birlikte odontoblastlar da sayıca azalmakta ve hücre boyutları küçülmektedir. Özellikle çok köklü dişlerin furkasyon alanındaki taban bölgesinde odontoblastların sayı ve boyutlarının azaldığı veya tamamen ortadan kalktıkları gösterilmiştir. Aynı zamanda pulpa dokusunda bulunan sinir uzantılarının ve kan damarlarının sayısı da azalmaktadır (2, 41).

Dentin dokusu oluşumu tamamlandıktan sonra da dentin yapımı devam etmektedir. Diş yapısı tamamlandıktan sonra pulpa dokusundaki odontoblastlar tarafından yapımı ömür boyu devam eden dentin, sekonder dentin olarak tanımlanmıştır (42, 43).

Sekonder dentin yapımı ilk olarak pulpa boynuzlarında ve tabanında başlar. Yaşam boyu sekonder dentin yapımına bağlı olarak pulpa odası ve kök kanalları daralmakta, intertübüler dentin miktarında ve dentin

sklerozunda artma görülmektedir. Zamanla dentin yapısı irregüler hale gelmekte ve dentin tübülleri tıkanmaktadır, bu durum aynı zamanda dentinin mineral içeriğinde artışa neden olmaktadır. Yaşlı dentinin pulpal yüzeyinde bulunan yüksek florür değerlerinin, dentinin yaşam boyu yapılması sonucu olarak pulpa dokusundan gelen plazma kaynaklı florürün dentin yapısına katılmasının bir sonucu olduğu belirtilmektedir. (2, 10, 15, 33, 38, 44).

2.2 Smear Tabakası

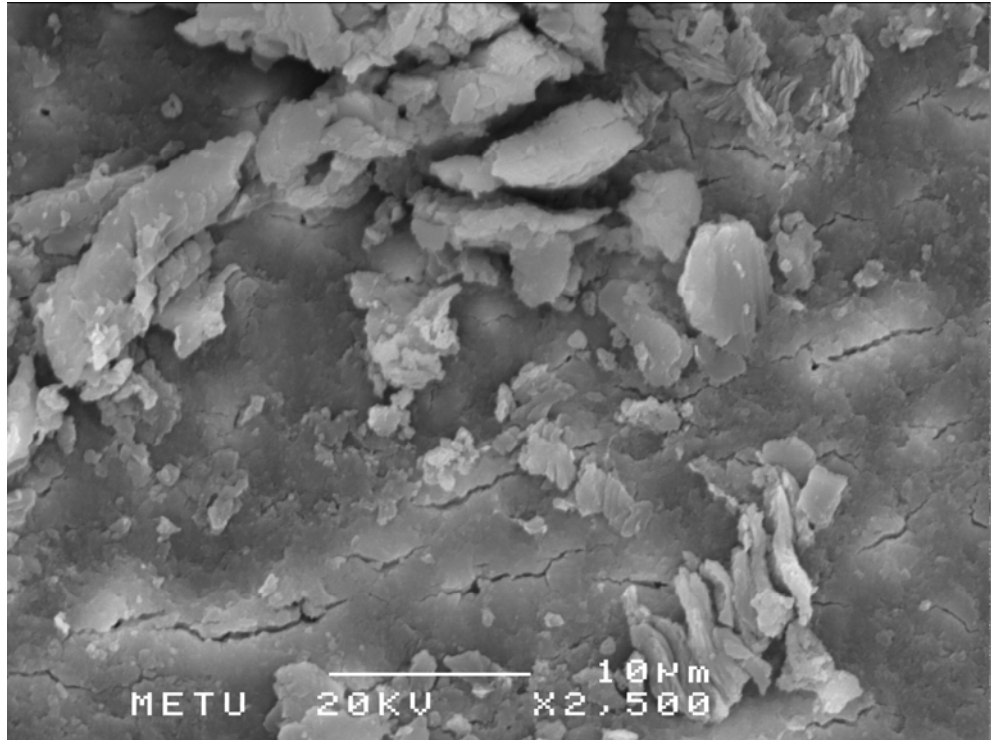
Smear tabakası (Şekil 2.2.1) ilk olarak McComb ve diğ. (45) tarafından 1976 yılında tanımlanmıştır. Smear tabakası, kök kanal sisteminin temizleme ve şekillendirilmesi sırasında organik pulpa bileşenleri, mikroorganizma ve artıklarının oluşturduğu organik yapı ile inorganik dentin kaynaklı debrisin kök kanal duvarlarında birikmesi sonucu oluşan amorf ve irregüler bir yapıdır. Smear tabakasının kalınlığı 1 - 5 µm arasında değişmesine rağmen bazı araştırmacılar içerisindeki partikül büyüklüğünün 0.5 - 15 µm arasında olduğunu bildirmişlerdir (1, 2, 45-48). Smear tabakasının kompozisyonu tam olarak belirlenememiş olsa da büyük kısmının dentin dokusunun inorganik partiküllerinden meydana geldiği ve ayrıca pulpa dokusu artıkları, bakteri ve ürünleri, kan hücreleri, odontoblast uzantıları içerdiği belirtilmiştir (49, 50).

Smear tabakasının yüzeyel kısmı dentin dokusunun üzerinde gevşekçe tutunmakta ve dentin tübül ağzlarını ile intertübüler dentini kaplayarak tıkanmaktadır. Yüzeyel smear tabakası 1-2 µm kalınlığındadır. Ancak bu kalınlık temizleme ve şekillendirme sırasında kullanılan aletlerin tipine, kök kanalının şekline ve genişliğine, irrigasyon solüsyonunun tipine ve miktarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Derin smear tabakası ise dentin tübüllerinde 40 µm derinliğe kadar ulaşabilmektedir (49, 51).

Bazı araştırmacılar, smear tabakasının uzaklaştırılması ile kanal dezenfeksiyonun daha kolay elde edilebileceğini, bakterilerin kök kanal duvarına daha zor tutunacağını, kanal dolgu patlarının kanal duvarına daha iyi adapte olacağını belirtmişlerdir (52-54).

Pashley (53) ve Haapasalo ve Ørstavik (54) bakteri ve bakteri ürünlerini içeren smear tabakasının uzaklaştırılmaması halinde potansiyel

olarak irritan olacağını, tamamen uzaklaştırılması durumunda irritanların eliminasyonuna ve kanal içi dezenfeksiyonun sağlanmasına yardımcı olacağını belirtmişlerdir. *Prevotella nigrescens*'in dentin üzerine adezyonunun incelendiği bir başka çalışmada ise, smear tabakasının uzaklaştırılmadığı dentin örneklerinde daha fazla sayıda bakteri bulunduğunu ve smear tabakası mevcudiyetinin bakteri adezyonunu ve kolonizasyonunu artırdığı bildirilmiştir (52).



Şekil 2.2.1. Smear tabakasının SEM görüntüsü (X 2,500)

Kök kanal sisteminin temizleme ve şekillendirilmesi sırasında kök kanallarında ve dentin tübüllerinde bulunan bakterilerin eliminasyonu mekanik preparasyon ile tam olarak sağlanamamaktadır. Bu durum bakteri eliminasyonuna yardımcı olan irrigasyon solüsyonlarının ve kanal içi medikamentlerin kullanımını gerektirmektedir (55). Kök kanal sisteminde smear tabakasının varlığı endodontik tedavi sırasında kullanılan medikamentlerin kök kanalı içindeki irregüler alanlara ve dentin tübüllerine ulaşmasını engellemektedir. Ayrıca kanal dolgu patlarının kök kanal dentini üzerine adaptasyonunu da olumsuz yönde etkilemektedir (35, 55, 56). Smear

tabakasının uzaklaştırılması kök kanal tedavisinde kullanılan irrigasyon solüsyonlarının ve kanal içi medikamentlerin dentin tübüllerine penetrasyonunu artırarak bakterilerin eliminasyonunu sağlamaktadır (57).

Bazı araştırmacılar ise smear tabakasının kök kanal sisteminden uzaklaştırılması düşüncesine ters olarak, bu tabakanın bakterilerin tübüllerde ilerlemesini zorlaştıran bir engel olduğunu, uzaklaştırılması durumunda ise tübüllere penetre olan bakterilerin daha geniş kolonizasyonlar oluşturacağını belirtmişlerdir (58-60).

Love ve diğ. (58), *Streptococcus gordonii*'nin dentin tübül invazyonunu inceledikleri çalışmalarında mikroorganizmaların smear tabakasını aşmadığını ve bu tabakanın bakterilerin dentin tübül invazyonuna karşı bir bariyer görevi gördüğünü bildirmişlerdir. Aynı bakterinin sklerotik dentin üzerine adezyonunun incelendiği başka bir çalışmada ise Love (59), bakteri adezyonunun smear tabakasından etkilenmediğini ancak smear tabakasının uzaklaştırıldığı ve dentin tübüllerinin açıldığı dentin örneklerinde, smear tabakasının uzaklaştırılmadığı örneklerle göre daha fazla bakteri bulunduğunu belirtmiştir. Bir diğer çalışmada Drake ve diğ. (60) smear tabakasının bakterilerin kolonize olmasını engellediğini ve dentin tübüllerini bakterilerin girişine karşı koruduğunu belirtmişlerdir; ancak smear tabakasının bakterilerin dentin tübüllerine girişini azaltmasına rağmen kesin bir bariyer oluşturamadığı da bildirilmiştir (2).

Kök kanal tedavisinde en sık kullanılan irrigasyon solüsyonu olan NaOCl, organik doku çözücü etkinliğinin yüksek olmasına rağmen kök kanal sisteminden smear tabakasının uzaklaştırmasında etkili değildir (15, 50). Kök kanal tedavisinde kullanılan irrigasyon solüsyonlarının etkinliklerinin tarama elektron mikroskopu ile incelendiği bir çalışmada Baumgartner ve Mader (61), tek başına NaOCl kullanımı sonucunda kök kanallarından predentinin ve pulpa artıklarının uzaklaştığını ancak amorf yapıda smear tabakasının varlığını sürdürdüğünü, tek başına EDTA kullanımının sonucunda predentin ve pulpa artıklarının kök kanal sisteminde varlığını sürdürdüğünü ancak smear tabakasının demineralize olduğunu, her ikisinin kombine kullanımı sonucunda ise pulpa artıklarının ve smear tabakasının ortamdan uzaklaşarak

dentin tübülü ağızlarının açıldığını bildirmişlerdir. Smear tabakasının uzaklaştırılması hala tartışılmaktadır; ancak kök kanal tedavi prosedürlerini etkileyen bir yapı olması nedeniyle iyi bilinmesi gerekmektedir.

2.3 İrrigasyon Solüsyonları

Endodontik tedavide temizleme ve şekillendirme sırasında kök kanal sisteminin doku parçaları, bakteriler ve bakteri ürünleri ile nekrotik artıklardan temizlenebilmesi için mekanik preparasyonun yanı sıra irrigasyon solüsyonlarının kullanılması bir zorunluluktur (62, 63).

Kök kanal tedavisi sırasında irrigasyon solüsyonlarının kullanılmasının nedenleri şunlardır (1, 50);

1. Kök kanal sisteminde bulunan enfekte materyali, yumuşak ve sert doku artıklarını mekanik veya kimyasal olarak uzaklaştırır.
2. İrrigasyon solüsyonları organik artıkları kök kanal sisteminden uzaklaştırarak mikroorganizmaların beslenmesini zorlaştırmakta, sayı ve tiplerini azaltmaktadır. Ayrıca irrigasyon solüsyonlarının büyük çoğunluğu antimikrobiyal madde olduklarından kök kanalındaki mikroorganizmalar üzerine antimikrobik etki göstermektedirler.
3. Kök kanalındaki artık organik ve inorganik yapıları eritebilmektedirler.
4. Kök kanalında lubrikasyon sağlayarak kök kanal aletlerinin daha az dirençle kar ıla masına, daha rahat çalışmasına ve kesme etkinliklerinin artmasına neden olmaktadır.
5. Kök kanalında kullanılan dezenfektanların etkilerini artırmaktadırlar.

Kök kanal tedavisi sırasında irrigasyon kullanımı ile pulpa doku ve dentin artıklarının, ayrıca mikroorganizmaların dentin duvarlarına bağlanma kapasiteleri azaltılmakta ve kök kanal sisteminden daha kolay uzaklaştırılabilmektedirler (1). İrrigasyon solüsyonları, fiziksel yıkama etkisi ile kök kanallarından artıkları uzakla tırmalarının yanında doku c z c  ve antimikrobiyal etki de göstermektedirler. Böylece mekanik olarak ulaşılamayan kök kanalı bölgelerinde ve aksesuar kanallarda da irrigasyon

solüsyonlarının kullanımı, artıkların uzaklaştırılması ve mikroorganizmaların eliminasyonuna yardımcı olmaktadır. Ancak kök kanallarını temizleme ve şekillendirmede kullanılan preparasyon tekniğinden ve irrigasyon solüsyonundan bağımsız olarak kök kanal sisteminden tüm mikroorganizmaların eliminasyonu mümkün olamamaktadır. Antimikrobiyal özellik içeren irrigasyon solüsyonlarının kullanılmadığı durumlarda ise kök kanal sisteminde elimine edilmesi gereken mikroorganizma sayısı artmaktadır. Kök kanal sisteminden smear tabakasını uzaklaştırabilen tek bir irrigasyon solüsyonu bulunmamasına rağmen irrigasyon solüsyonlarının kombine kullanımı ile bu amaca ulaşılabilir, ayrıca bazı irrigasyon solüsyonlarının da diş üzerinde ağartıcı etkisi bulunabilmektedir (15, 64, 65).

İdeal bir irrigasyon solüsyonu şu özelliklere sahip olmalıdır (66);

1. Kök kanalında varolan veya sonradan oluşan doku ve debrisleri eritebilmelidir. Özellikle kök kanal aletlerinin ulaşamadığı yan kanallara, istmuslara, apikal ramifikasyonlara ve dentin tübüllerine nüfuz ederek yumuşak ve sert doku artıklarını eritebilmeli ve kanaldan uzaklaştırılmalarını kolaylaştırmalıdır,
2. Yüzey gerilimi düşük olmalı; bu özellik kök kanal aletleri ile ulaşamayan bölgelere solüsyonun akışını artıracaktır,
3. Dişi çevreleyen dokular üzerinde antijenik, toksik, karsinojenik etkisi olmamalıdır,
4. Dişleri boyamamalı, periradiküler dokuları irrite etmemelidir,
5. Lubrikasyon özelliği ile kanal aletlerinin kök kanalında çalışmalarını kolaylaştırmalıdır,
6. Antimikrobiyal özellik taşımalıdır. Uygulama sonrasında kök kanalında rezidüel antimikrobiyal etkisi kalmalıdır,
7. Ucuz olmalıdır,
8. Raf ömrü uzun olmalı ve saklama kolaylığı olmalıdır,
9. Uygulaması kolay olmalıdır.

Günümüzde endodontik tedavide kullanılan hiçbir irrigasyon solüsyonu ideal özelliklere sahip değildir.

Günümüze kadar kök kanal tedavisinde birçok farklı irrigasyon solüsyonları kullanılmıştır. Bunlardan bazıları; serum fizyolojik, şelasyon ajanları, asitler, proteolitik enzimler, oksitleyici ajanlar ve alkali solüsyonlar olarak sayılabilir (1). Günümüzde ise sık kullanılan irrigasyon solüsyonları arasında; NaOCl, şelasyon ajanları (EDTA ve türevleri), klorheksidin ve “mixed tetracycline acid detergent” (MTAD) sayılabilir (2).

Dentinin inorganik matriksini yumuşatarak kök kanal preparasyonunu kolaylaştırmak amacı ile geçmişte HCl ve Sülfirik asit kullanılmıştır. Daha sonra aynı amaç ile dokulara asitlerden daha az zararlı ve dentin üzerinde daha etkili olan şelasyon ajanları kullanılmaya başlanmıştır (1).

Sodyum Hipoklorit (NaOCl)

Endodontide kullanımı ilk olarak Walker tarafından önerilen NaOCl; antimikrobiyal özelliği, organik artıklara karşı gösterdiği doku çözücü etkisi, düşük yüzey gerilimi nedeniyle dentin tübüllerine diffüze olabilmesi, lubrikasyon özelliği, kolay temin edilebilmesi ve ucuz olması nedeniyle en çok kullanılan irrigasyon solüsyonu haline gelmiştir (1).

NaOCl alkali bir solüsyon olup pH değeri 10-12 arasındadır. Bu özelliği NaOCl'nin geniş bir antimikrobiyal spektruma sahip olmasını sağlamaktadır (67). NaOCl'nin yüksek antimikrobiyal özelliğinin mekanizması tam olarak anlaşılamamış olsa da, NaOCl'ye su eklendiğinde ortaya çıkan hipoklorik asidin aktif klor içermesi nedeniyle kuvvetli bir okside edici ajan olmasının etkili olduğu düşünülmektedir (64, 68-70).

NaOCl'nin doku çözücü etkisi irrigasyon solüsyonunun doku ile temas ettiği yüzey alanı, konsantrasyon, hacim, pH, uygulama süresi, kök kanalındaki doku tipi ve ısıya bağlı olarak değişim göstermektedir (71).

Kök kanal tedavisinde NaOCl % 0.5 - % 5.25 arası konsantrasyonlarda kullanılmaktadır. Zehnder ve diğ. (72) NaOCl'nin pulpa dokusu ve kollajen gibi organik maddeleri çözdüğünü ayrıca % 1 gibi düşük konsantrasyonlarının bile nekrotik pulpa dokusu üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Benzer bir şekilde Baumgartner ve Cuenin (46) NaOCl'nin %

0.5, % 1, % 2.5 ve % 5.25'lik konsantrasyonlarının predentin ve pulpa dokusu artıklarını uzaklaştırdığını ve düşük konsantrasyonlarda bile etkili olduğunu belirtmişlerdir. Ancak Hand ve diğ. (73) % 1 ve % 0.5 konsantrasyonlarındaki NaOCl'nin nekrotik dokuya bir etki göstermediğini açıklamışlardır.

NaOCl'nin konsantrasyonu ile ısı arttıkça doku çözücü ve antimikrobiyal etkisi de artmaktadır. Türkün ve Cengiz (71) NaOCl'nin doku çözücü etkisini % 0.5 ve % 5'lik konsantrasyonlarda karşılaştırmışlar ve yüksek konsantrasyondaki NaOCl'nin daha etkin olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde, % 5.25'lik NaOCl'nin % 2.5'luk konsantrasyonuna göre 3 kat daha fazla doku çözücü etkinliğe sahip olduğu bulunmuştur (73). NaOCl'nin konsantrasyonundan bağımsız olarak yapılan bir diğer çalışmada doku çözme etkisinin ısı ile arttığı belirtilmiştir (74).

Ayhan ve diğ. (69) yaptıkları bir çalışmada % 0.5 ile % 5.25'lik konsantrasyonlardaki NaOCl'nin antimikrobiyal özelliğini farklı mikroorganizmalar üzerinde kıyaslamışlar ve % 0.5 konsantrasyonun belirgin olarak daha düşük etkiye sahip olduğunu bulmuşlardır. Enfekte edilmiş dentin bloklarında yapılan bir çalışmada % 0.25 NaOCl 15 dakika içerisinde *Enterococcus faecalis*'i elimine ederken, % 1 NaOCl *Candida albicans*'a ancak 1 saatte etki gösterebilmiştir (75). Siqueira ve diğ. (64) *Enterococcus faecalis*'in eliminasyonunda % 1, % 2.5 ve % 5.25'lik konsantrasyonlarda NaOCl'nin etkili bulunduğunu ve bu etkinin konsantrasyon ile artış gösterdiği bulmuşlardır.

NaOCl, etkili bir antimikrobiyal ve doku çözücü olmasına karşın kök kanal sisteminden çıkması durumunda periapikal ve periodontal dokular üzerinde çok yüksek toksik etki göstermektedir. Bu toksisite kullanılan konsantrasyona göre farklılık göstermekte ve konsantrasyonun artması ile toksik etki de artmaktadır (76, 77).

Kırmızı kan hücreleri ve tavşanlar ile yaptıkları çalışmada Pashley ve diğ. (76), 1/1000 oranında seyreltildiğinde bile NaOCl'nin kırmızı kan hücrelerinin tamamında hemolize neden olduğunu bulmuşlar; tavşanlara intradermal olarak NaOCl enjekte ettiklerinde ise enjeksiyon bölgesinde ülserasyonlar gözlemlemişlerdir. Yine aynı çalışmada tavşanların gözlerine

saf ve 1/10 oranında seyreltilmiş NaOCl uyguladıklarında, oluşan şiddetli irritasyon ancak 24-48 saat sonra normale dönebilmiştir.

NaOCl'nin organik doku çözücü etkisinden dolayı smear tabakasının uzaklaştırılmasında da kullanılmış; ancak dentinin inorganik bileşenine etkisinin olmadığı görülmüştür. Bu nedenle smear tabakasının uzaklaştırılmasında şelasyon ajanları ile birlikte kullanımı önerilmiştir (5). Smear tabakasının kök kanal sisteminden uzaklaştırılması amacıyla şelasyon ajanlarından önce organik asitler de (sitrik, sülfürik, fosforik, formik, askorbik, tannik, hidroklorik, laktik asit) kullanılmıştır (5, 15, 50, 78). Şelasyon ajanları dentin yapısındaki Ca^{++} ile şelasyon yaparak kök kanalında bulunan inorganik dokunun uzaklaştırılmasına yardımcı olmaktadır. En sıklıkla kullanılan şelasyon ajanları EDTA, REDTA (Sodyum hidroksit ile tamponlanmış EDTA), EDTAC (EDTA ve Cetavlon), EGTA (Ethylene Glycol Bis(2-aminoethyl ether)-N,N,N'-tetraacetic Acid) ve Rc-Prep (REDTA ve üre peroksit)'tir (5). Şelasyon ajanlarının etkinliği uygulama süresine, konsantrasyonuna, pH'sına bağlıdır (1, 50, 79, 80). Şelasyon ajanları içerisinde en sıklıkla kullanılanı EDTA'dır.

Etilen Diamin Tetraasetik asit (EDTA)

EDTA (Şekil 2.3.1), 1957 yılında Nygaard-Østby tarafından endodontide kullanılmaya başlanmıştır. Etilendiamine bağlı dört farklı asetil grubu içerir. Alkali toprak iyonları ve ağır metaller ile stabilitesi oldukça fazla olan metal şelatları oluşturur. EDTA, dentin yapısındaki Ca^{++} ile şelasyon yaparak kök kanalında bulunan inorganik dokunun uzaklaştırılmasına yardımcı olmaktadır. Dentinin inorganik komponentinin ana bileşenleri olan fosfat ve kalsiyum suda çözünmektedir. Çözünmüş halde bulunan kalsiyum iyonları EDTA'ya bağlanarak çözeltiden uzaklaşmakta ve dentinden yeni kalsiyum iyonlarının çözünmesine neden olmaktadır. Bu süreç dentinin demineralizasyonu ile sonuçlanmaktadır (5).

EDTA, kök kanal duvarında bulunan smear tabakası ve kalsifik tortu ile oldukça stabil bir kalsiyum kompleksi meydana getirerek apikal tıkanmaları

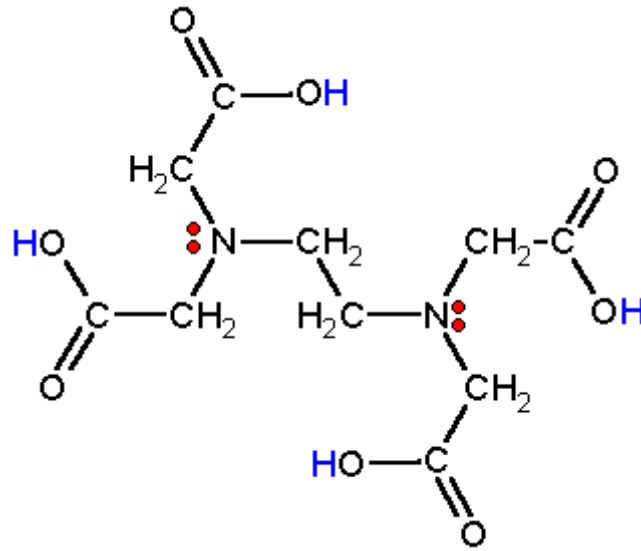
önlemekte ve smear tabakasını uzaklaştırarak dezenfektanların etkinliğini artırmaktadır (2).

EDTA'nın % 10 - % 17 arası konsantrasyonlarda kullanılabildiği bildirilse de en sıklıkla kullanılan konsantrasyonunun % 17 olduğu belirtilmiştir (1, 80).

% 17 EDTA, 17 g EDTA disodyum tuzu

9.25 ml 5N sodyum hidroksit

100 ml'ye tamamlanacak şekilde distile su eklenerek hazırlanmaktadır (1).



Şekil 2.3.1. EDTA'nın molekül yapısı

Serper ve Çalt (80), farklı konsantrasyon ve pH'lardaki EDTA'nın demineralizasyon etkisini inceledikleri çalışmalarında, % 17'lik konsantrasyonda ve nötral pH'da uygulanan EDTA'nın, % 10 konsantrasyon ve pH 9 'a göre dentinde daha fazla demineralizasyona neden olduğunu bildirmişlerdir.

EDTA'nın etkinliği konsantrasyon ve pH'nın yanı sıra uygulama süresi ile de ilgilidir. Çalt ve Serper (7) pH 7.5 ve % 17 EDTA ile yaptıkları tarama elektron mikroskop çalışmasında, EDTA'nın 1 dakika süreyle uygulanmasının smear tabakasını uzaklaştırdığını, sürenin artırılması sonucunda ise peritübüler ve intertübüler dentinde erozyon meydana geldiğini

göstermişlerdir. Perez ve Rouqueyrol-Pourcel (81), % 8 EDTA'nın 3 dakika kullanımının, % 15 EDTA'nın 1 dakika kullanımı ile aynı etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

% 50 sitrik asit ve EDTA türevlerinin smear tabakasını uzaklaştırma etkinliklerinin karşılaştırıldığı bir diğer çalışmada ise sitrik asidin smear tabakasını kısmen uzaklaştırabildiğini ancak EDTA türevlerinin büyük miktarda smear tabakası uzaklaştırabildiği bulunmuştur (82).

EDTA, limitli olsa da belirli bir antibakteriyel etkiye sahiptir ve bu etki konsantrasyon ile pH'ya bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. % 10 EDTA solüsyonunun bakteriler üzerinde antibakteriyel etkisi mevcutken, daha düşük konsantrasyonlardaki (% 0.03 - 1) EDTA solüsyonlarının etkisi çok az olmakta veya hiç olmamaktadır (5). Yoshida ve diğ. (83), % 15 EDTA solüsyonunun etkinliğini ultrasonik kullanımı ile inceledikleri çalışmalarında, 1 hafta boş bıraktıkları kanalların 129'unun 93'ünde bakteriye rastlamamışlardır.

EDTA'nın toksik etkileri olduğunu ve dokularda irritasyon meydana getirdiğini ortaya koyan çalışmalar mevcuttur (5, 84, 85). Segura ve diğ. (86), EDTA solüsyonlarının apikal bölgeden taşırılması sonucu, sadece periapikal kemikte geri dönüşümsüz olarak dekalsifikasyon meydana gelmediğini, ayrıca nöroimmünolojik mekanizmaların işlev kazanabileceğini belirtmişlerdir. EDTA, konsantrasyon ve zamana bağlı olarak, makrofajların substrata adezyonuna engel olabilmektedir (87). Serper ve diğ. (88), farklı irrigasyon solüsyonlarının sitotoksik etkilerini inceledikleri çalışmalarında EDTA'nın NaOCl'den daha fazla sitotoksik etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

EDTA'nın smear tabakasının sadece inorganik kısmına etki göstermesi nedeniyle, NaOCl ile kombine kullanımı önerilmektedir. EDTA ve NaOCl'nin kombine kullanımı ile hem temizleme hemde antimikrobiyal özellikleri daha etkin hale gelmektedir (2, 5, 61, 62, 89). Nui ve diğ. (6), EDTA ve EDTA ile NaOCl'nin kombine kullanımını tarama elektron mikroskobu ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, EDTA'yı takiben NaOCl kullanımının kök kanalından daha fazla artık uzaklaştırdığını bulmuşlardır. Benzer şekilde Crumpton ve diğ. (90), EDTA ve NaOCl'nin kombine

kullanımının smear tabakasının uzaklaştırılmasında daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

EDTA ve NaOCl'nin kombine kullanımı araştırmacılar tarafından önerilse de bu iki irrigasyon solüsyonu aynı anda kullanıldığında aralarında birtakım kimyasal etkileşimler meydana gelmektedir. Ortamda NaOCl varlığında, EDTA kalsiyum ile şelat oluşturma özelliğini koruyabilmekteyken, NaOCl'nin doku çözme yeteneği EDTA varlığında azalmaktadır (2, 5, 91). NaOCl solüsyonuna EDTA eklendiği zaman, solüsyondaki serbest klor miktarı büyük oranda azalmaktadır (91). Bu etkileşimler nedeniyle her iki solüsyonun aynı anda veya birbirleriyle karıştırılarak kullanılması önerilmemektedir (5).

2.4 Tarama Elektron Mikroskobu (SEM)

Tarama elektron mikroskobu kullanımı, diş dokularının incelenmesinde sıklıkla başvurulmuş bir yöntemdir. Smear tabakası, dentin tübüllerinin yoğunluğu ve çapları, irrigasyon solüsyonlarının etkinlikleri, kanal dolgu patlarının dentin yüzeyine adaptasyonu, vb. konular SEM ile incelenerek dentin dokusu hakkında daha ayrıntılı bilgilere ulaşılması sağlanmıştır (6, 7, 34, 47, 79, 92, 93). Dentin dokusunun yüksek yakınlaştırmada SEM ile incelenmesi sonucu elde edilen dijital fotoğraflar; yazılımlar yardımı ile işlenerek, karşılaştırılabilir veriler elde edilebilmektedir (93).

Farklı irrigasyon uygulamalarının smear tabakasını uzaklaştırmadaki etkinliklerini karşılaştırıldığı SEM çalışmasında, Monika ve Froner (93), % 1 NaOCl ve % 17 EDTAC'ın birlikte kullanımının smear tabakasını tamamen ortadan kaldırdığını ve % 1 NaOCl, % 2 Klorheksidin jel ve ENDOQUIL'in smear tabakasının uzaklaştırılmasında yetersiz olduğunu belirtmişlerdir.

Çalt ve Serper (79), % 17 EGTA'nın smear tabakasını uzaklaştırma etkinliğini % 17 EDTA ile karşılaştırdıkları SEM çalışmasında, her iki solüsyonun da smear tabakasını tamamen kaldırdığını ancak % 17 EDTA'nın dentin tübüllerinde erozyona yol açtığını bulmuşlar ve EGTA'nın smear tabakasının uzaklaştırılmasında EDTA'ya alternatif bir şelasyon ajanı olduğunu bildirmişlerdir.

Dentin tübülü yapısını ve tübül içerisindeki odontoblast uzantılarının incelendiği SEM  alışmasında, Goracci ve diğ. (94), odontoblast uzantılarının dentin tübülleri içerisine 0.5 – 0.7mm kadar girdiklerini ve tübül içerisindeki peritübüler dentin varlığını göstermişlerdir.

İman ve diğ. (92), kanal dolgu patlarının dentin tübül penetrasyonunu SEM ile incelemişler ve smear tabakasının uzaklaştırıldığı durumlarda kanal dolgu patlarının dentin tübülleri içerisine penetre olabildiklerini belirtmişlerdir.

Nui ve diğ. (6), EDTA ile EDTA ve NaOCl'nin kombine kullanımı sonucu dentin tübüllerinde meydana gelen erozyonu inceledikleri SEM  alışmalarında, % 15 EDTA ve % 6 NaOCl'nin kombine kullanımı sonucunda dentin tübüllerinde erozyon meydana geldiğini bildirmişlerdir.

2.5 X Işını Kırınım Grafisi Analizi

X işını kırınım grafisi analizi ile kristal yapıdaki oluşumlar tanımlanabilmektedir (95). X işını kırınım grafisi analizinde incelenen materyal üzerine farklı açılarda X işını gönderilmektedir. İncelenen materyale  arpan X işınları, materyal ile etkileşime girmeden yoluna devam edebilmekte, materyal tarafından absorbe edilebilmekte veya kırınım a ırayarak farklı bir açıda yoluna devam edebilmektedir. X işınlarının incelenen materyal ile çarpışması sonucu kırılan X işınları, materyalin farklı kristal yapısı nedeniyle geliş açısına bağlı olarak farklı yoğunlukta kırınım genliği göstermektedir. Yüksek genlikte kırınım görülen a ılar maddenin karakteristik özelliğini belirlemekte, genliğin büyüklüğü de maddenin miktarı hakkında bilgi vermektedir (8, 95). Diş hekimliğinde X işını kırınım grafisi analizi siman örneklerindeki majör kristal yapıları tanımlamada ve mine ile dentin yapısında bulunan hidroksiapatit kristalindeki değişimleri belirlemede kullanılmaktadır (8, 9, 96).

İslam ve diğ. (96), X işını kırınım analizi yöntemini Mineral Trioxide Aggregate (MTA) ve Portland  imentosunun kimyasal özelliklerini karşılaştırmak için kullanmışlar ve her iki maddenin kimyasal yapısı arasındaki benzerliği ortaya koymuşlardır. Benzer bir  alışma, Song ve diğ.

(97), tarafından yapılmış ve Portland çimentosu ile MTA arasındaki en önemli farkın Portland çimentosunun bizmut oksit içermemesi olarak belirtilmiştir.

Driscoll ve diğ. (9), NaOCl'nin kök dentini kompozisyonu üzerinde yaptığı değişiklikleri X ışını kırınım grafisi analizi ile inceledikleri çalışmalarında, NaOCl ile muamele edilmiş ve edilmemiş kök dentininin mineral yapısında bir fark bulamamışlar, ayrıca herhangi bir kalsit oluşumu belirleyememişlerdir.

Yaşlanma ile tüm vucutta değişimler meydana geldiği gibi diş dokularında da değişimler olduğu bilinmektedir. Genç ve yaşlı dentin dokuları arasındaki farklılıklar nedeniyle endodontik tedavi sırasında nasıl bir yol izlenmesi gerektiği halen açıklık kazanmamıştır. Çalışmamızın amacı, kök kanal tedavisi sırasında sıklıkla kullanılmakta olan NaOCl ve EDTA'nın genç ve yaşlı dentin dokusunda yaptıkları morfolojik ve kimyasal değişimleri SEM ve X ışını kırınım grafisi analizi yöntemleri ile değerlendirmektir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü'nde yürütülmüştür .

Bu çalışmada iki farklı yaş grubundan çekilen, çürüksüz, 32 adet insan dişi kullanılmıştır.

Yaş grupları:

1. Genç (<30 yaş)
2. Yaşlı (>60 yaş)

Çekim işleminden sonra, dişlerin üzerinde bulunan doku artıkları bir kretuvar yardımı ile temizlendikten sonra dişler steril serum fizyolojik solüsyonuna (SF) konulmuş ve kullanılıncaya kadar +4°C'de en fazla 3 ay süreyle bekletilmiştir. Çalışmada iki farklı irrigasyon solüsyonu tek başına yada kombine kullanılmıştır:

1. % 17 EDTA
2. % 2.5 NaOCl

Çalışmamız iki bölümde gerçekleştirilmiştir. İlk olarak farklı yaş gruplarındaki diş örnekleri iki farklı zaman aralığında irrigasyon solüsyonları ile muamele edildikten sonra SEM incelemesi yapılarak dentin tübül alanları, sayıları ve çapları hesaplanarak gruplar arası karşılaştırmalar yapılmıştır. İkinci olarak ise farklı yaş gruplarındaki dişler; pulpa, mine ve sement dokusu uzaklaştırıldıktan sonra kalan dentin dokusu toz haline getirilmiştir. Hazırlanan örnekler irrigasyon solüsyonları uygulanmadan önce kontrol ölçümleri için X ışını kırınım grafipleri çekilmiştir. Uygulama sonrası alınan X ışını kırınım grafipleri ile farklı yaş grupları ve irrigasyon solüsyonları kıyaslanmıştır.

3.1 Tarama Elektron Mikroskobu:

Tarama Elektron Mikroskobu incelemesinde genç ve yaşlı gruptan 8 tane olmak üzere toplam 16 adet, tek köklü, çürüksüz, maksiller keser ve mandibular küçük azı dişleri kullanılmıştır.

Her iki gruptaki dişlerin kronları bir elmas fissür frez (Diatech, Altstätten, Switzerland) yardımı ile kesildikten sonra kök kanalları #60 K-tipi eğeye kadar genişletilmiş ve sırası ile 3, 4, 5 no'lu Gates-Glidden (GG) frezler (VDW, Munich, Germany) ile kökün koronal genişletmesi yapılmıştır. Şekillendirme sırasında dentin artıklarını kanaldan uzaklaştırmak amacıyla her eğeden sonra sadece 2 ml distile su kullanılmıştır. Daha sonra kökün apikal ve koronal üçlüsü yüksek hızlı elmas separe (Diatech, Altstätten, Switzerland) ile kesilerek uzaklaştırılmıştır. Her diş kökünün orta üçlüsü bukkolingual yönde uzunlamasına ortadan elmas separe ile kesilerek iki parçaya ayrılmış, böylece her kökten orta üçlü bölgesinden iki örnek elde edilmiştir.

Grup 1: Genç; 10 ml % 17 EDTA ile 1 dakika yıkandıktan sonra 10 ml % 2.5 NaOCl ile yıkanmıştır.

Grup 2: Genç; 10 ml % 17 EDTA ile 10 dakika yıkandıktan sonra 10 ml % 2.5 NaOCl ile yıkanmıştır.

Grup 3: Yaşlı; 10 ml % 17 EDTA ile 1 dakika yıkandıktan sonra 10 ml % 2.5 NaOCl ile yıkanmıştır.

Grup 4: Yaşlı; 10 ml % 17 EDTA ile 10 dakika yıkandıktan sonra 10 ml % 2.5 NaOCl ile yıkanmıştır.

İrrigasyon solüsyonları ile yıkama işlemini takiben örnekler distile su ile yıkanmış ve sırası ile % 70, % 80, % 90, % 100 etil alkolde 30 dakika bekletilerek SEM incelemesi için hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.1.1). Örnekler Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü SEM Laboratuvarında altın kaplama makinasında (Hummer VII Sputter Coating Device – Anatech) (Şekil 3.1.2) 25 nm kalınlığında altınla kaplanmıştır (Şekil 3.1.3). Örneklerin standart

yaklaştırmada incelemeleri yapılarak (20 KV – X2500) her örnekte 3 ayrı bölgeden SEM (JSM-6400 Electron Microscope) (Şekil 3.1.4) fotoğrafları çekilmiştir. Elde edilen fotoğrafların imaj analizi IBM uyumlu bir bilgisayarda açık kaynak kodlu Image-J (National Institutes of Health, Maryland, U.S.A.) programı kullanılarak yapılmıştır. Her fotoğraftaki toplam dentin tübül sayıları ve çapları hesaplanmış ve toplam dentin tübül alanı, tübül sayısına bölünerek ortalama tübül alanı bulunmuştur.

$$OTA = TTA / TS$$

OTA = Ortalama Tübül Alanı

TTA = Toplam Tübül Alanı

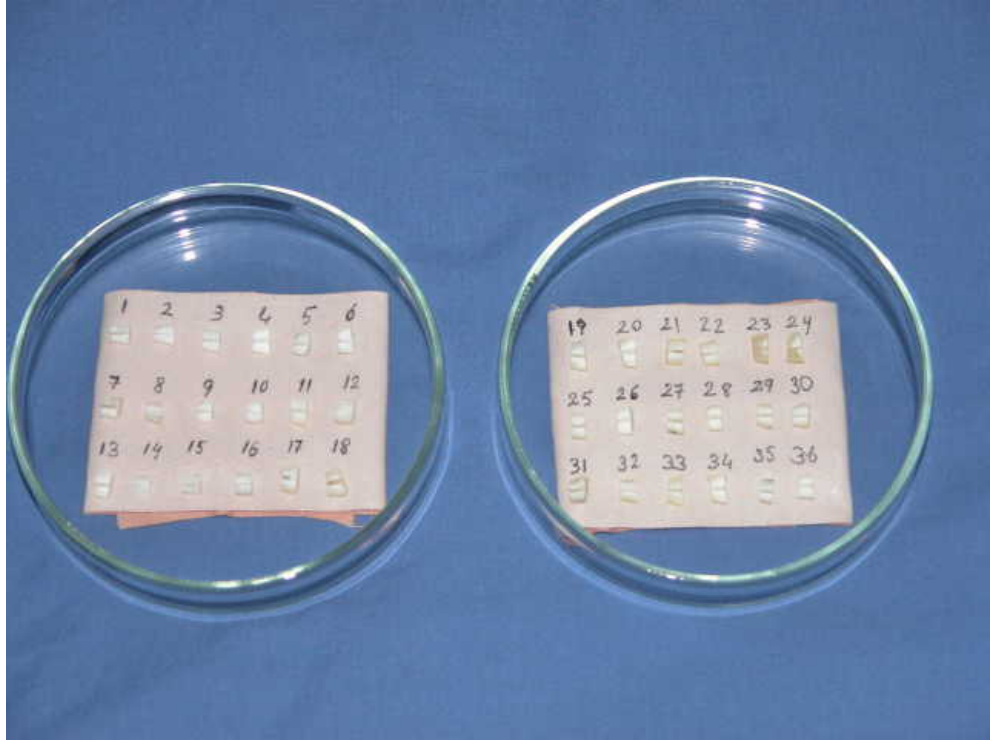
TS = Tübül Sayısı

3 farklı bölgeden alınan SEM fotoğraflarında elde edilen ortalama tübül alanı değerlerinin ortalaması alınarak bir örnek için ortalama tübül alanı hesaplanmıştır.

Her fotoğraftaki tübül çapları ölçülerek ortalaması alınmış ve bir fotoğraftaki ortalama tübül çapı hesaplanmıştır. Tübül sayısı ise her fotoğrafta mm² deki tübül sayıları hesaplanarak bulunmuştur.

Gruplar arasındaki ortalama dentin tübülü alanları, tübül sayıları ve çaplarındaki farklılıklara göre gruplar arası istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır.

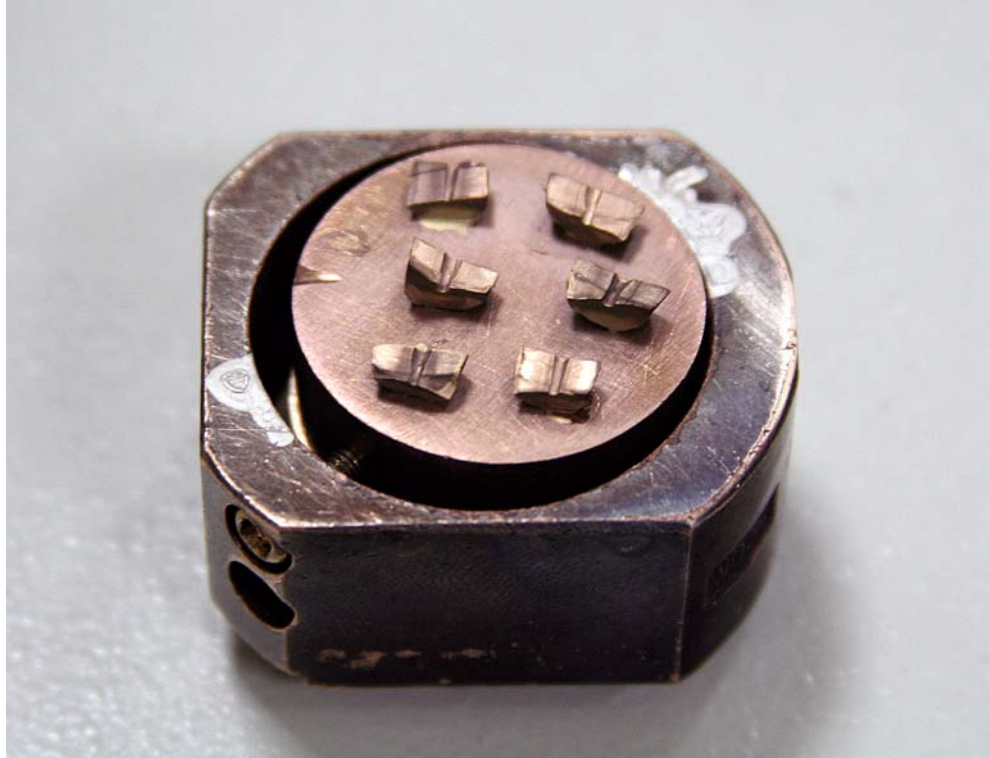
Bağımsız iki grubun karşılaştırılmasında normal dağılım gösteren sayısal veriler için “İki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi (bağımsız gruplarda t-testi)”, bağımlı grupların kendi içerisinde karşılaştırılmasında “İki eş arasındaki farkın anlamlılık testi (bağımlı gruplarda t-testi)” kullanılmıştır.



Şekil 3.1.1. SEM incelemesi için hazırlanan diş örnekleri



Şekil 3.1.2. SEM örneklerinin altınla kaplandığı cihaz



Şekil 3.1.3. Diş örneklerinin altınla kaplandıktan sonraki görüntüsü



Şekil 3.1.4. Dentin örneklerinin incelendiği SEM cihazı

3.2 X Işını Kırınım Grafisi Analizi:

X ışını kırınım grafisi analizinde genç ve yaşlı gruptan 8 adet olmak üzere toplam 16 adet çürüksüz maksiler ve mandibular 1. büyük azı dişleri kullanılmıştır.

Her iki gruptaki dişlerin giriş kaviteleri açılmış ve kök kanalları ile pulpa odasındaki organik artıklar temizlenmiştir. Dişlerin mine ve sement tabakası bir elmas frez yardımı ile sadece dentin dokusu kalacak şekilde uzaklaştırılmıştır. Dentin örnekleri daha sonra tur yardımı ile dentin tozu haline getirilmiştir. Araştırma için her diş örneğinden elde edilen 1 g dentin tozu kullanılmıştır.

Sabit hacimdeki dentin tozu örnekleri X ışını kırınım grafipleri için lama (Şekil 3.2.1) yerleştirildikten sonra Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, X ışını kırınım cihazında (X-Ray Diffractometer, Rigaku, Tokyo, Japan) (Şekil 3.2.2) 20 kV, 10 mA değerlerinde cihaz tarafından üretilen X ışınları ile $2\theta = 2^\circ - 70^\circ$ arasında çekilerek, irrigasyon öncesi kontrol verileri elde edilmiştir.

Her diş örneğinden elde edilen dentin tozu hassas terazide eşit olarak ikiye bölünerek iki farklı irrigasyon rejimi uygulanmıştır. İlk parça dentin tozu örneği sırası ile 10 ml % 17 EDTA ile 10 dakika ve 10 ml Distile Su ile 20 dakika yıkanmıştır. İkinci parça dentin tozu örneği sırası ile 10 ml % 17 EDTA ile 10 dakika, 10 ml % 2.5 NaOCl ile 10 dakika ve 10 ml Distile Su ile 20 dakika süreyle yıkanmıştır. Dentin tozu örnekleri kurutularak Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'ne götürülerek sabit hacimde lama yerleştirilerek X ışını kırınım grafipleri çekilmiştir. Irrigasyon solüsyonları ile yıkama işleminden sonra çekilen X ışını kırınım grafipleri yıkama işleminden önce çekilen X ışını kırınım grafipleri ile kıyaslanmıştır.

X ışını kırınım grafisi'nde hidroksiapatit kristalinin yapısına özgü olarak 2θ açısı; 25.879° , 31.773° , 32.196° , 32.902° , 42.319° , 49.469° de ana pik değerleri izlenmektedir. Pik değerinin 2θ açısal lokalizasyonu incelenen maddenin karakteristiği, pik değerinin büyüklüğü ise maddenin miktarı hakkında bilgi vermektedir.

X ışını kırınım grafisinde hidroksiapatit kristalinin en yüksek değeri pik değerini verdiği $2\theta = 31.773^\circ$ noktasındaki pik değerleri kullanılmıştır. Pik değerindeki değişim hesaplanarak gruplar arası istatistiksel değerlendirilmeler yapılmıştır.

Bağımsız iki grubun karşılaştırılmasında “Mann-Whitney U” testi, ikiden fazla bağımsız grubun karşılaştırılmasında “Friedman Testi” kullanılmıştır. Grupların ikişerli karşılaştırılmasında “Wilcoxon Testi” kullanılmış ve “Bonferroni Düzeltmesi” yapılmıştır. Bonferroni düzeltmeli α değeri 0.017 olarak alınmıştır.



Şekil 3.2.1. Dentin toz örneklerinin yerleştirildiği lam



Şekil 3.2.2. Dentin örneklerinin X ışını kırınım grafiğinin çekildiği cihaz

BULGULAR

4.1 Tarama Elektron Mikroskobu (SEM)

SEM incelemesinde, genç ve yaşlı kök dentinininden elde edilen örnekler % 17 EDTA + % 2.5 NaOCl ile 1 veya 10 dakika olmak üzere iki farklı süre ile muamele edilmişlerdir. Her grupta 8 örnek olmak üzere toplam 4 grup oluşturulmuştur.

SEM incelemesinde tüm örneklerde; smear tabakasının ve tüm debrislerin dentin yüzeyinden tamamen uzaklaştığı, dentin tübül ağzlarının açık olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1.1 - Şekil 4.1.8).

SEM incelemesi sonuçlarına göre, genç kök dentinininden elde edilen örneklerin 1 dakika veya 10 dakika süre ile 10 ml% 17 EDTA ile muamelesinin ardından 10 ml % 2.5 NaOCl ile irrigasyonu ortalama tübül alanını, tübül çapını ve mm² deki tübül sayısını anlamlı olarak değiştirmemiştir ($p>0.05$). Yaşlı kök dentinininden elde edilen örneklerin ise 1 dakika veya 10 dakika süre ile 10 ml % 17 EDTA ile muamelesinin sonrasında 10 ml % 2.5 NaOCl ile irrigasyonunun ardından yapılan incelemede; 10 dakika süre ile yıkama sonucunda ölçülen ortalama dentin tübül alanı, çapı 1 dakika yıkama sonucu ölçülen ortalama alanına göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur ($p<0.05$), ancak mm² deki dentin tübül sayıları arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 4.1.1 - Tablo 4.1.4) (Grafik 4.1.1 - Grafik 4.1.3).

Genç ve yaşlı yaş grupları arasındaki fark incelendiğinde; 1 dakika süre ile 10 ml % 17 EDTA ile muamelesinin sonrasında 10 ml % 2.5 NaOCl ile irrigasyonu sonucu genç kök dentinininden elde edilen örneklerde; ortalama tübül alanı, çapı ve mm² deki dentin tübül sayıları yaşlı kök dentinininden elde edilen örneklerle göre daha fazla bulunmuştur. Ancak aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$). Benzer şekilde 10 dakika süre ile 10 ml % 17 EDTA ile muamelesinin sonrasında 10 ml % 2.5 NaOCl ile irrigasyonu sonucu genç ve yaşlı gruplar arasındaki fark; ortalama tübül alanı, çapı ve mm² deki dentin tübül sayıları kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı

bulunmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 4.1.1 - Tablo 4.1.4) (Grafik 4.1.1 - Grafik 4.1.3).

Tablo 4.1.1. Ortalama Dentin Tübül Alanı (μm^2)

		n	Ortalama	Std.Sapma	Ortanca	Min.	Maks.
Genç	1'	8	6.38	2.00	6.20	3.91	10.11
	10'	8	6.34	0.26	6.29	6.06	6.81
Yaşlı	1'	8	4.87*	1.42	4.76	3.23	6.82
	10'	8	6.94*	1.74	7.31	4.36	9.03

* $p<0.05$

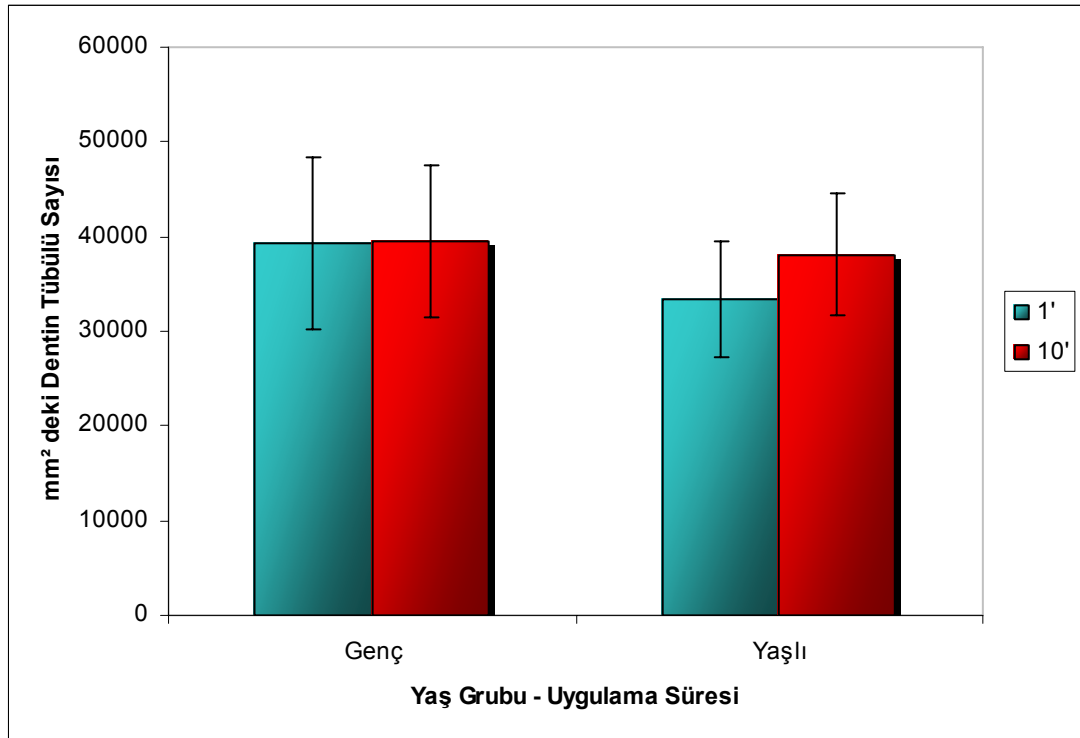


Grafik 4.1.1. Ortalama Dentin Tübül Alanı (μm^2)

Tablo 4.1.2. Dentin Dokusunda mm² deki Tübül Sayısı

		n	Ortalama	Std.Sapma	Ortanca	Min.	Maks.
Genç	1'	8	39209.23	9084.16	40662.14	25172.74	51750.98
	10'	8	39511.09	8009.95	37365.44	30745.56	53973.53
Yaşlı	1'	8	33427.34	6162.56	32280.08	27981.91	47124.74
	10'	8	38103.98	6467.55	36540.34	29289.59	48742.50

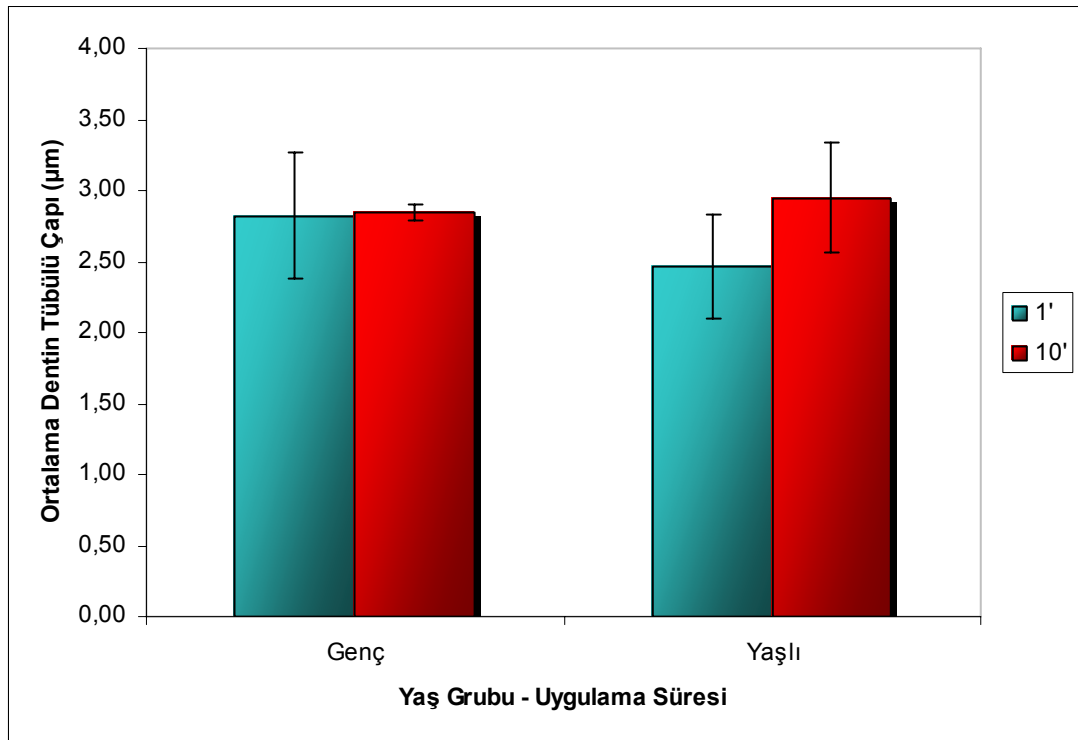
p>0.05

Grafik 4.1.2. Dentin Dokusunda mm² deki Tübül Sayısı

Tablo 4.1.3. Dentin Tübül Çapı

		n	Ortalama	Std.Sapma	Ortanca	Min.	Maks.
Genç	1'	8	2.82	0.44	2.81	2.23	3.59
	10'	8	2.84	0.06	2.83	2.78	2.95
Yaşlı	1'	8	2.47*	0.36	2.45	2.03	2.95
	10'	8	2.95*	0.38	3.05	2.36	3.39

*p<0.05



Grafik 4.1.3. Dentin Tübül Çapı

Tablo 4.1.4. Deney Gruplarında Elde Edilen İstatistiksel Anlamlılık Değerleri
(%95 Güvenlik Aralığında Anlamlılık Tespit Edilmektedir)

Ortalama Tübül Alanları

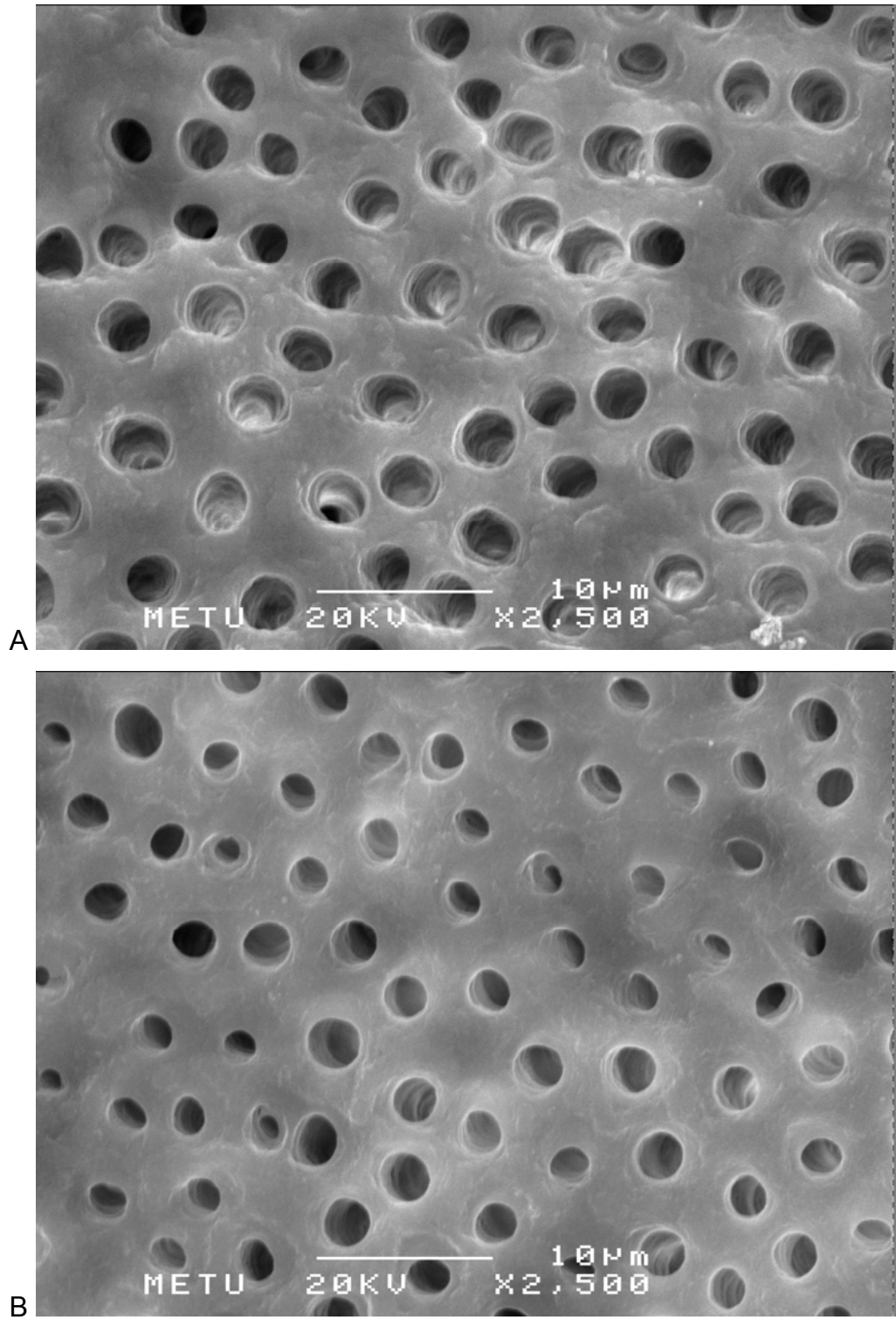
Genç	1 dakika $\Leftrightarrow$ 10 dakika	p=0.961
Yaşlı	1 dakika $\Leftrightarrow$ 10 dakika	p=0.004
1 dakika	Genç $\Leftrightarrow$ Yaşlı	p=0.105
10 dakika	Genç $\Leftrightarrow$ Yaşlı	p=0.371

Tübül Sayısı

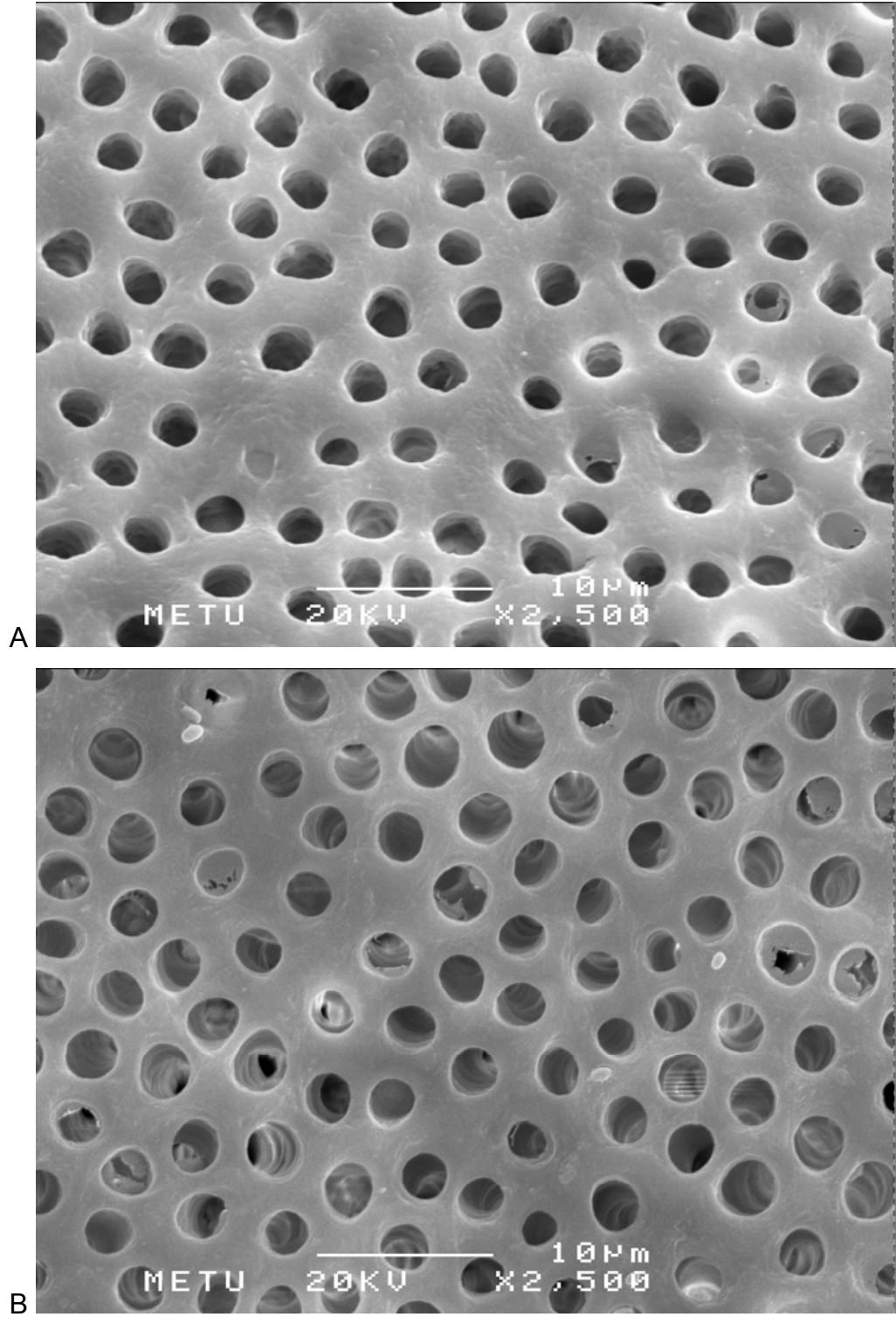
Genç	1 dakika $\Leftrightarrow$ 10 dakika	p=0.913
Yaşlı	1 dakika $\Leftrightarrow$ 10 dakika	p=0.229
1 dakika	Genç $\Leftrightarrow$ Yaşlı	p=0.161
10 dakika	Genç $\Leftrightarrow$ Yaşlı	p=0.705

Tübül Çapı

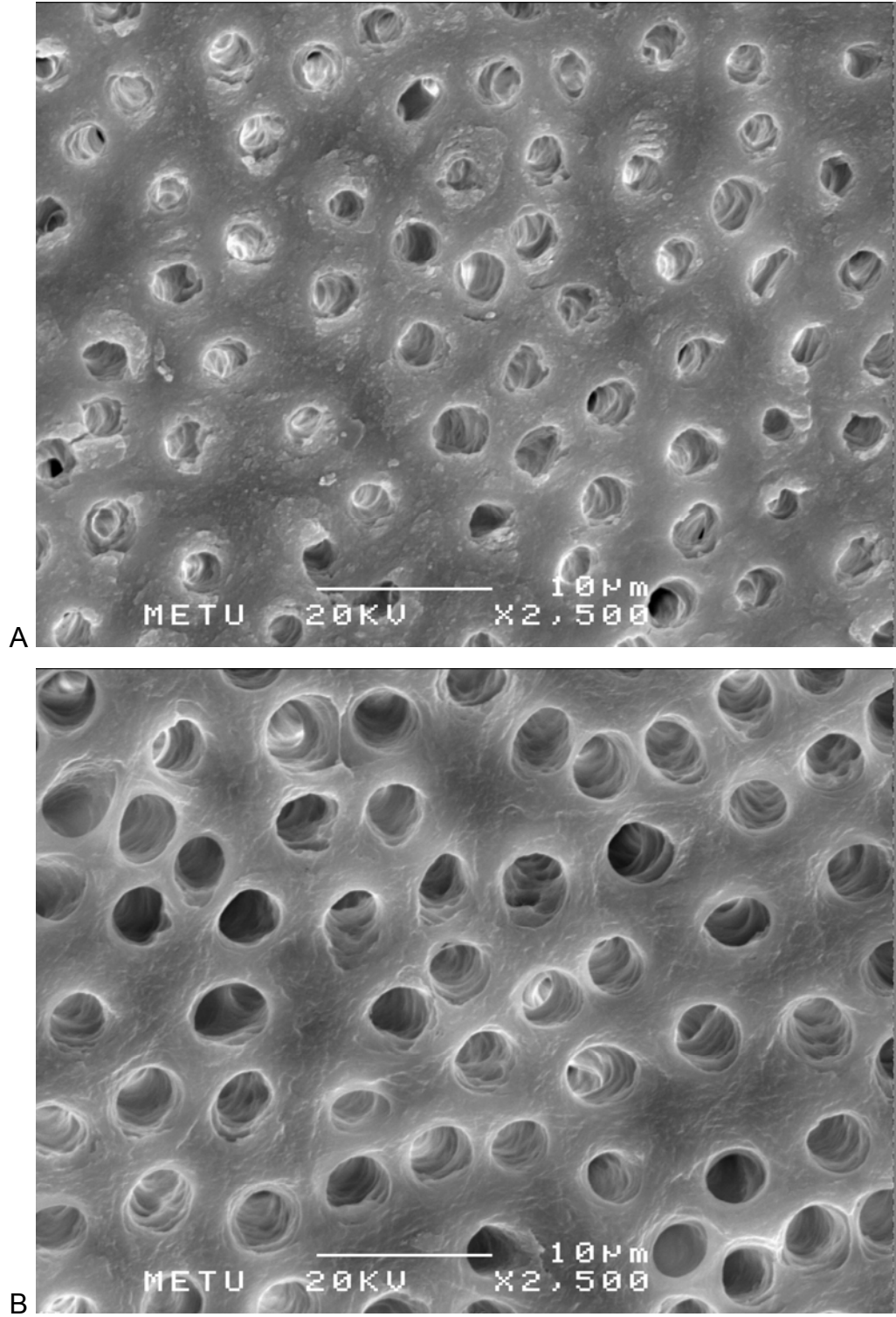
Genç	1 dakika $\Leftrightarrow$ 10 dakika	p=0.890
Yaşlı	1 dakika $\Leftrightarrow$ 10 dakika	p=0.003
1 dakika	Genç $\Leftrightarrow$ Yaşlı	p=0.105
10 dakika	Genç $\Leftrightarrow$ Yaşlı	p=0.454



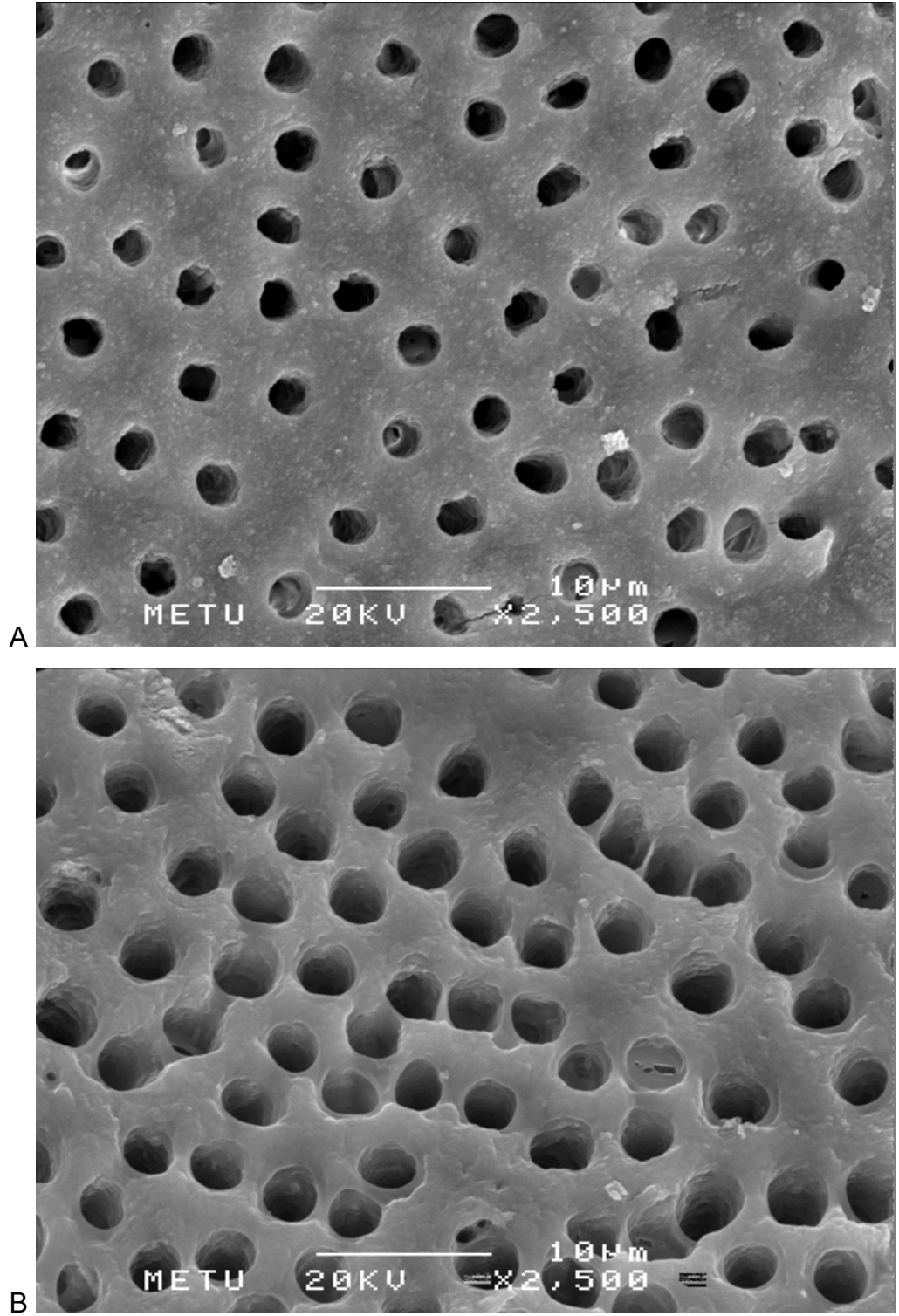
Şekil 4.1.1. Genç Dentin; A. 1 Dakika , B. 10 Dakika EDTA + NaOCl uygulaması



Şekil 4.1.2. Genç Dentin; A. 1 Dakika, B. 10 Dakika EDTA + NaOCl uygulaması



Şekil 4.1.3. Yaşlı Dentin; A. 1 Dakika, B. 10 Dakika EDTA + NaOCl uygulaması



Şekil 4.1.4. Yaşlı Dentin; A. 1 Dakika, B. 10 Dakika EDTA + NaOCl uygulaması

4.2 X Işını Kırınım Grafisi Analizi

X ışını kırınım grafisi analizi'nde genç ve yaşlı gruplardaki dişlerden elde edilen dentin tozu örneklerinin işlem öncesi kontrol X ışını kırınım grafileri çekilmiştir. Daha sonra her bir örnek eşit iki parçaya ayrılarak, bir parça 10 ml % 17 EDTA ile diğer parça 10 ml % 17 EDTA ile muamele sonrasında 10 ml % 2.5 NaOCl ile 10 dakika süre ile irrigate edilip distile suyla yıkanmış ve tekrar X ışını kırınım grafileri çekilmiştir. Toplam 6 grup oluşturularak, 48 adet X ışını kırınım grafisi çekilmiştir (Şekil 4.2.1 ve Şekil 4.2.2).

Genç dentin dokusundan elde edilen örneklerde 10 ml % 17 EDTA 10 dakika süre ile uygulandığında dentin yapısında bulunan hidroksiapatit oranını kontrol grubuyla kıyaslandığında önemli ölçüde azaltmıştır ($p<0.05$). 10 ml % 17 EDTA ile 10 dakika muamelesinin sonrasında 10 ml % 2.5 NaOCl ile 10 dakika irrigasyonu ise hidroksiapatit oranını kontrol grubuyla kıyaslandığında azaltmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$). 10 ml % 17 EDTA 10 dakika uygulaması, 10 ml % 17 EDTA 10 dakika + 10 ml % 2.5 NaOCl 10 dakika irrigasyonu ile kıyaslandığında, EDTA + NaOCl'nin kombine kullanımı sonucunda elde edilen hidroksiapatit oranı sadece EDTA irrigasyonunda ölçülen hidroksiapatit oranından istatistiksel olarak anlamlı miktarda fazla bulunmuştur ($p<0.05$) (Tablo 4.2.1, Tablo 4.2.3 ve Grafik 4.2.1).

Yaşlı dentin dokusundan elde edilen örneklerde ise sadece 10 ml % 17 EDTA'nın 10 dakika süre ile uygulaması ile 10 ml % 2.5 NaOCl ile 10 dakika kombinasyonu dentin yapısında bulunan hidroksiapatit oranını kontrol grubuyla kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı derecede azaltmıştır ($p<0.05$). 10 ml % 17 EDTA 10 dakika uygulaması, 10 ml % 17 EDTA 10 dakika + 10 ml % 2.5 NaOCl 10 dakika irrigasyonu ile kıyaslandığında, EDTA + NaOCl'nin kombine kullanımı sonucunda elde edilen hidroksiapatit oranı sadece EDTA kullanımında ölçülen hidroksiapatit oranından daha fazla olmasına rağmen bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).

Genç dentin grubunda % 17 EDTA kullanımı kontrol grubu ile kıyaslandığında X ışını kırınım grafisi pik değerini % 41 azaltırken, % 17

EDTA'yı takiben % 2.5 NaOCl irrigasyonu kontrol grubu ile kıyaslandığında X ışını kırınım grafisi pik değerini sadece % 10 azaltmıştır.

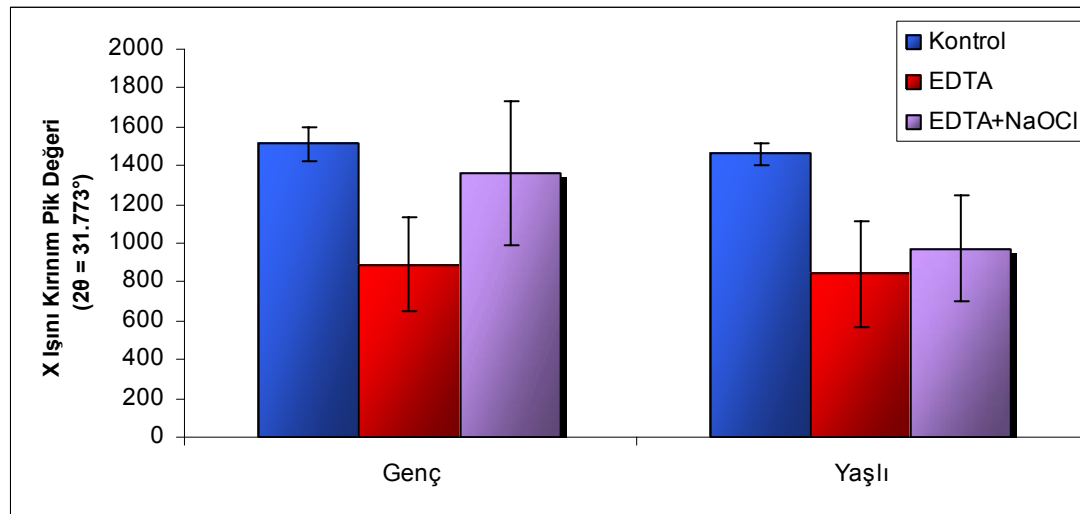
Yaşlı dentin grubunda ise % 17 EDTA kullanımı kontrol grubu ile kıyaslandığında X ışını kırınım grafisi pik değerini % 42 azaltmışken % 17 EDTA'yı takiben % 2.5 NaOCl irrigasyonu kontrol grubu ile kıyaslandığında X ışını kırınım grafisi pik değerini % 33 azaltmıştır (Tablo 4.2.2 ve Grafik 4.2.2).

Genç dentin dokusundan elde edilen kontrol örnekleri yaşlı dentin dokusundan elde edilen kontrol örneklerine göre daha fazla hidroksiapatit içermesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0.05$).

% 17 EDTA ile örneklerin muamele edilmesi sonucu genç ve yaşlı dentin grupları arasında istatistiksel olarak önemli derecede fark yaratmazken ($p>0.05$), % 17 EDTA'yı takiben % 2.5 NaOCl irrigasyonu yaşlı dentin dokusunda genç dentine oranla X ışını kırınım grafisi pik değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla azalmaya neden olmuştur ($p<0.05$).

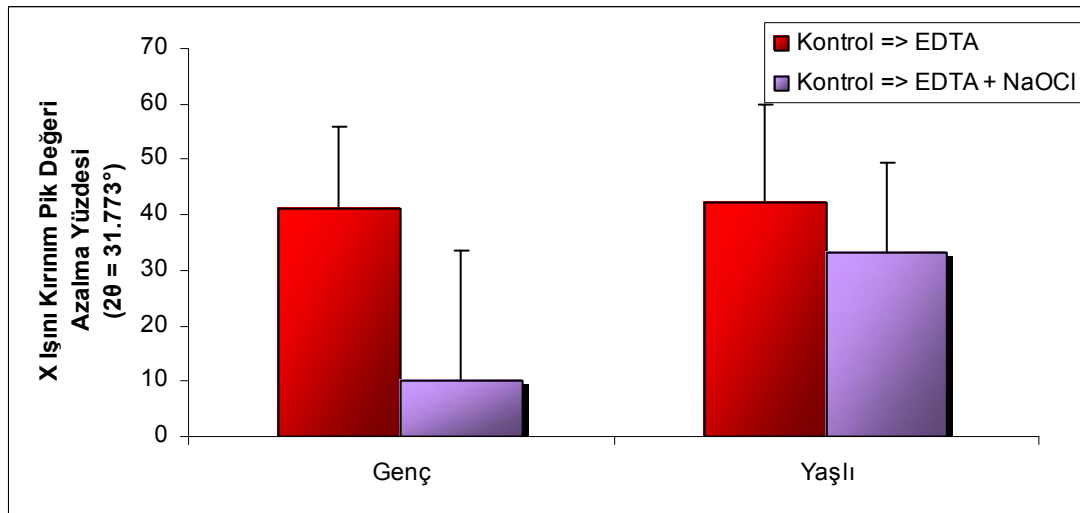
Tablo 4.2.1. X Işını Kırınım Grafisi $2\theta = 31.773^\circ$ Noktasındaki Pik Değerleri

		n	Ortalama	Std.Sapma	Ortanca	Min.	Maks.
Genç	Kontrol	8	1512,92	85,75	1526,67	1340	1620
	EDTA	8	890,83	242,71	888,33	623,33	1340
	EDTA+NaOCl	8	1358,75	370,80	1210	1100	2160
Yaşlı	Kontrol	8	1460,21	55,88	1466,67	1360	1526,67
	EDTA	8	842,50	275,41	986,67	503,33	1116,67
	EDTA+NaOCl	8	974,17	276	1015	396,67	1393,33

Grafik 4.2.1. X Işını Kırınım Pik Değeri ($2\theta = 31.773^\circ$)

Tablo 4.2.2. Kontrol Grubuna Göre EDTA ve EDTA + NaOCl Uygulaması Sonucu X Işını Kırınım Grafisi Pik Değeri Azalma Yüzdesi ($2\theta = 31.773^\circ$)

		n	Ortalama	Std.Sapma
Genç	Kontrol => EDTA	8	41.12	14.66
	Kontrol => EDTA + NaOCl	8	10.19	23.26
Yaşlı	Kontrol => EDTA	8	42.30	17.64
	Kontrol => EDTA + NaOCl	8	33.28	16.22



Grafik 4.2.2. X Işını Kırınım Pik Değeri Azalma Yüzdesi ($2\theta = 31.773^\circ$)

Tablo 4.2.3. Kontrol ve Deney Gruplarında Elde Edilen İstatistiksel Anlamlılık Değerleri (% 95 Güvenlik Aralığında Anlamlılık Tespit Edilmektedir)

Genç

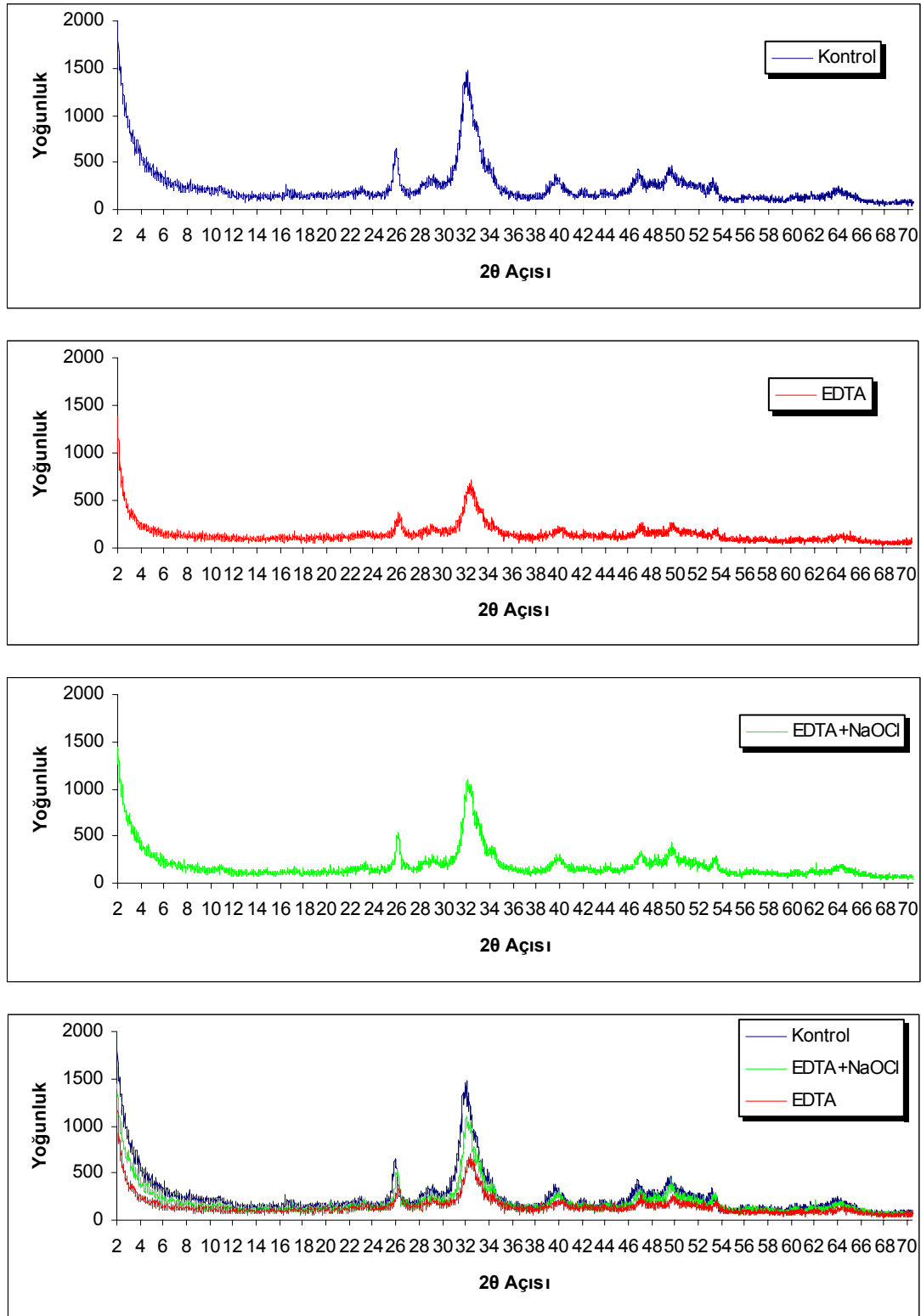
Kontrol <=> EDTA	p=0.012
Kontrol <=> EDTA + NaOCl	p=0.208
EDTA <=> EDTA + NaOCl	p=0.012

Yaşlı

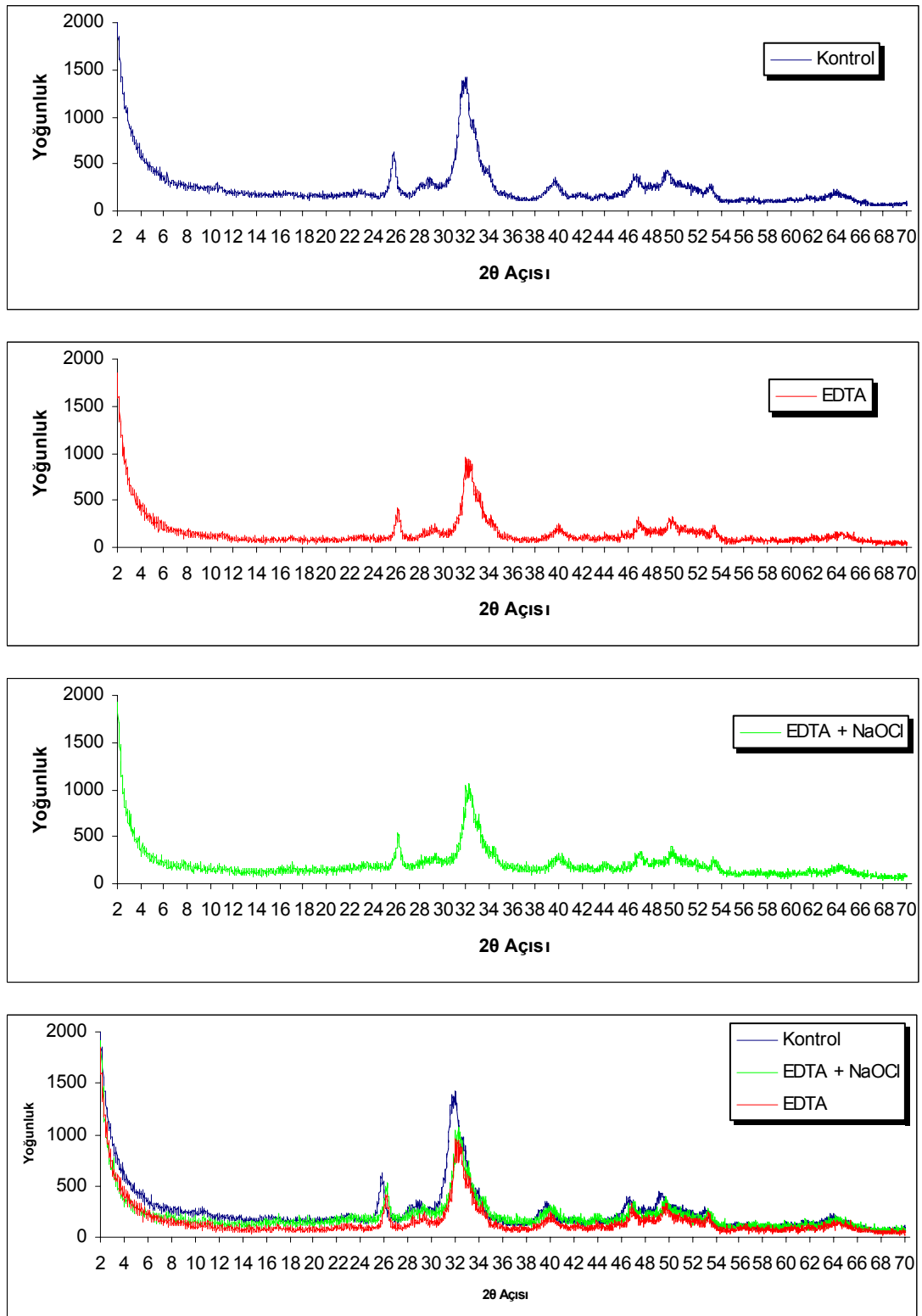
Kontrol <=> EDTA	p=0.012
Kontrol <=> EDTA + NaOCl	p=0.012
EDTA <=> EDTA + NaOCl	p=0.726

Tablo 4.2.4. Kontrol ve Deney Gruplarından Elde Edilen Azalma Yüzdelerinin İstatistiksel Anlamlılık Değerleri (% 95 Güvenlik Aralığında Anlamlılık Tespit Edilmektedir)

Genç	Kontrol <=> EDTA	p=0.012
Yaşlı	Kontrol <=> EDTA + NaOCl	p=0.779
Kontrol => EDTA	Genç <=> Yaşlı	p=0.875
Kontrol => EDTA + NaOCl	Genç <=> Yaşlı	p=0.005



Şekil 4.2.1. Genç Dentin; Kontrol, EDTA ve EDTA + NaOCl Gruplarının X Işını Kırınım Grafileri



Şekil 4.2.2. Yaşlı Dentin; Kontrol, EDTA ve EDTA + NaOCl Gruplarının X Işını Kırınım Grafipleri

TARTIŞMA

Yıllar geçtikçe artan yaşam kalitesi ve sürekli ilerleyen tıp bilimi sayesinde yaşam süresi artmaktadır. Bu artışın bir sonucu geriatric nüfusun toplum nüfusuna oranı ve dolayısı ile geriatric hasta potansiyeli de artış göstermektedir. Buna paralel olarak ağız ve diş bakımı bilincinin artması ile diş tedavi yöntemlerindeki gelişmeler, yaşlı bireylerde kendi dişlerine sahip olanların oranını yükseltmektedir. Bu durum geriatric diş tedavisinin önemini gün geçtikçe artırmaktadır. Geriatric hasta grubunda doğru teşhis koyabilmek ve doğru tedavi prosedürlerini uygulayabilmek için yaşlanma ile diş dokularında meydana gelen değişikliklerin iyi bilinmesi gerekmektedir.

Yaşlanma süreci boyunca vucutta bulunan tüm dokularda yapısal bir takım değişiklikler meydana geldiği bilinmektedir (33, 40). Diş dokularında ilerleyen yaş ile görülen değişimler, sistemik yaşlanma bulgularının bir parçası olarak kabul edilmektedir (41).

Yaşlanma ile dişin pulpa dokusunda bulunan hücre, kan damarları ve sinir uzantılarının sayısı düşüş göstermekte, dentin yapımından sorumlu odontoblast hücrelerinde dejeneratif değişimler ile atrofi görülmekte ve odontoblastlar pulpa dokusunun büyük kısmında ortadan kalkmaktadırlar (40, 41). Ayrıca dişin oluşumundan itibaren süregelen sekonder dentin yapımı ve uyaranlara bir cevap olarak odontoblastlar tarafından üretilen tersiyer dentin formasyonu nedeni ile pulpa odası yıllar içerisinde küçülmektedir (33, 41). Sekonder ve tersiyer dentin yapımına bağlı olarak dentinin mineral içeriği zaman içerisinde artış gösterirken, organik içeriğinde azalma gözlenmektedir (33). Tüm yaşam periyodunda devam eden sekonder dentin yapımı ve yaşlanma sürecinin doğal bir sonucu kabul edilen sklerotik dentin oluşumu dentin tübüllerinin zaman içerisinde daralmasına ve hatta tamamen tıkanarak dentin tübül sayısında ve dentin geçirgenliğinde azalmaya neden olmaktadır (10, 17, 44).

Buradan yola çıkarak çalışmamızda, farklı irrigasyon rejimlerinin farklı yaş gruplarından elde edilen dentin örnekleri üzerindeki etkilerinin SEM ve X ışını kırınım grafisi analizi yöntemlerini kullanarak kıyaslanması planlanmıştır.

SEM çalışmasında, 30 yaş altı ve 60 yaş üstü çürüksüz, çekilmiş dişler kullanarak elde edilen dentin örnekleri, 1 veya 10 dakika süre ile 10 ml % 17'lik EDTA ile muamele sonrası 10 ml % 2.5'luk NaOCl ile irriga edilmiş ve distile su ile yıkanmıştır. Daha sonra tübül sayıları, tübül çapları ve ortalama tübül alanları hesaplanarak incelenmiştir.

SEM incelemesi sonuçlarına göre, genç kök dentininden elde edilen örneklerin 1 dakika veya 10 dakika süre ile EDTA + NaOCl ile irrigasyonu ortalama tübül alanını ve tübül çaplarında anlamlı bir farklılık yaratmamıştır. Yaşlı kök dentininden elde edilen örneklerin ise 10 dakika süre ile EDTA + NaOCl ile irrigasyonu ortalama dentin tübül alanlarını ve tübül çaplarını, 1 dakikalık uygulamaya göre önemli derecede artırmıştır.

Genç ve yaşlı gruplar arasındaki fark incelendiğinde; genç kök dentininden elde edilen örneklerde 1 dakika süre ile % 17 EDTA + % 2.5 NaOCl ile irrigasyonu sonucu ortalama tübül alanı yaşlı kök dentininden elde edilen örneklerle göre daha fazla bulunmasına rağmen aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Benzer şekilde 10 dakika süre ile % 17 EDTA + % 2.5 NaOCl irrigasyonu sonucu genç ve yaşlı gruplar arasındaki fark da anlamlı bulunmamıştır.

Ayrıca her iki uygulama süresinde de smear tabakası ve debrislerin uzaklaştığı, dentin tübül girişlerinin açık olduğu ancak yaşlı dentin dokusundan elde edilen örneklerde EDTA + NaOCl'nin 10 dakika uygulaması sonucunda genç dentin örneklerine göre dentin tübüllerinde daha fazla erozyon meydana geldiği gözlenmiştir.

Literatürde smear tabakasının uzaklaştırılması ve dentin tübül özelliklerinin incelendiği çalışmalarda SEM, dijital optik mikroskopu, atomik kuvvet mikroskopu, geçirmeli (transmission) elektron mikroskopu (TEM), bilgisayarlı X ışını mikrotomografisi gibi yöntemler kullanılmıştır (38, 98-100). Bu yöntemlerden SEM dentin yüzeyi hakkında bilgi sağlamada en sıklıkla kullanılan yöntemdir (90, 101).

SEM yöntemin avantajları; dentin yüzeyinin ve tübül yapısının gözlenebilmesi, yüksek yakınlaştırma özelliğinin bulunması, dijital fotoğraf alınabilme özelliği ve de ayrıca sayısal ölçüm yapılmasını sağlayan dijital

imaj analiz yöntemleri ile kombine kullanım olanağının olmasıdır. Dezavantajı ise, yüksek vakum uygulamasından dolayı dentinin su içeren komponentlerinin gözlenememesidir (99, 102, 103). Ayrıca Gulabivala ve diğ (99), smear tabakasında SEM ile yapılan çalışmalardaki temel yöntemsel problemleri belirtmişlerdir. Buna göre kullanılan yakınlaştırma farklılık göstermekte, bu nedenle elde edilen veriler birbiri ile gerçek anlamda kıyaslanamamaktadır. Bunun yanısıra yüksek yakınlaştırmadaki çalışmalarda kök kanalının sadece küçük bir alanı incelenebilmekte ve bu alan çalışmanın sonucunu etkileyebilecek en uygun bölgeden seçilmiş olabilmektedir (5). Bizim çalışmamızda ise bu dezavantajı ortadan kaldırabilmek amacıyla, standart olarak 2500 yakınlaştırmada, aynı örnek üzerinden üç farklı bölgeden dijital fotoğraflar çekilmiş, elde edilen verilerin ortalaması alınarak bir örneğin verisi elde edilmiştir. Sayısal veri elde edebilmek amacı ile çekilen dijital fotoğraflar, dijital imaj analizi yöntemi kullanılarak gözlemsel hatalar minimuma indirilmeye çalışılmıştır. Dijital imaj analizinde, elde edilen dijital SEM fotoğraflarında dentin tübül alanı, çapı ve sayısı her tübül için ayrı ayrı hesaplanarak hata payı en aza indirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı kök kanal tedavi prosedürleri sırasında farklı yaş gruplarında oluşan smear tabakası üzerine EDTA + NaOCl uygulamasının etkinliğini incelemek olduğu için kök kanal temizleme ve şekillendirilmesi yapıldıktan sonra dentin tübül alanı, sayısı ve çapı hesaplanmıştır. Smear tabakasını uzaklaştırarak dentin tübüllerinin sayısı, çapı ve alanlarını hesaplamak amacı ile uyguladığımız 1 dakika süre ile % 17 EDTA ile muamele sonrası % 2.5 NaOCl irrigasyonu sonucunda, genç dişlerden elde edilen dentin örneklerinde dentin tübülü çapı ortalama 2,82 μm , yaşlı dişlerden elde edilen dentin örneklerinde ise 2,47 μm olarak ölçülmüş ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. 10 dakika süre ile % 17 EDTA ile muamele sonrası % 2.5 NaOCl irrigasyonunu takiben yapılan incelemede ise genç dişlerden elde edilen dentin örneklerinde dentin tübülü çapı ortalama 2,84 μm , yaşlı dişlerden elde edilen dentin örneklerinde ise 2,95 μm olarak ölçülmüş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Genç dişlerden elde edilen dentin örneklerinde 1 ve 10 dakikalık uygulama

süreleri kıyaslandığında fark istatistiksel olarak anlamsız, yaşlı dişlerden elde edilen dentin örneklerinde ise fark da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Garberoglio ve Brannström (34), insan dentin örnekleri üzerinde yaptıkları SEM çalışmasında, dentinin pulpal yüzeyindeki tübül çapını 2.0 - 3.2 µm olarak belirtmişlerdir. Camargo ve diğ. (104), sığır ve insan kök dentinini karşılaştırdıkları SEM çalışmalarında, EDTA kullanarak smear tabakasını uzaklaştırdıktan sonra insan dentin tübülü çapını 2.6 – 2.8 µm arasında hesaplamışlar ve ayrıca farklı yaş gruplarındaki dentin örnekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. Bu sonuçlar bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Dentin tübül girişinin açılması ve çapının genişlemesi sonucunda, endodontik işlemler sırasında kullanılan medikamentlerin tübül içerisine daha iyi penetre olacağı (57), ayrıca kök kanal tedavisinde kullanılan kanal dolgu patlarının dentin tübülleri içine girmesi ve dentin ile temas yüzeyinin artması dentin duvarına daha iyi mekanik adaptasyon göstereceği belirtilmiştir (105, 106).

Smear tabakası bakterilerin dentin tübülleriye penetrasyonunu engelleyen bir bariyer olarak düşünülse de (58), yapısında bulundurduğu bakteri ve bakteri ürünleri ile potansiyel bir irritan olduğu ve kök kanalından elimine edilemeyen bakteriler için bir besin kaynağı olduğu belirtilmiştir (53, 54). Smear tabakasının uzaklaştırılması kanal içi medikamentlerin dentin tübülleriye penetrasyonunu artırarak etkinliklerini yükseltmekte (54, 56), ayrıca kanal dolgu patlarının dentin adezyonunu artırmakadır (105). Ancak yaptığı çalışmada Love (59), smear tabakasının uzaklaştırıldığı ve dentin tübül ağızlarının açıldığı örneklerde, smear tabakasının uzaklaştırıldığı örneklerle göre daha fazla bakteri bulunduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde, bakterilerin dentin tübülleriye penetrasyonunu inceledikleri çalışmalarında Perez ve diğ. (107), smear tabakasının uzaklaştırılmadığı örneklerde, smear tabakası bulunmayan örneklerle göre dentin tübüllerinde daha az bakteri bulmuşlardır.

SEM ile yaptığımız ölçümler sonucunda 1 dakika süre ile 10 ml % 17 EDTA ile muamele sonrası 10 ml % 2.5 NaOCl irrigasyonunun ardından

yapılan incelemede dentin tübülü sayısını genç di lerden elde edilen dentinde mm^2 de 39.209 ± 9.084 adet, ya lı di lerden elde edilen dentin örneklerinde ise mm^2 de 33.427 ± 6.163 adet olarak bulunmuştur. 10 dakika süre ile 10 ml % 17 EDTA ile muamele sonrası 10 ml % 2.5 NaOCl irrigasyonunu takiben yapılan SEM incelemesinde genç di lerden elde edilen dentin örneklerinde dentin tübülü sayısı mm^2 de 39.511 ± 8.010 adet, ya lı di lerden elde edilen dentin örneklerinde ise mm^2 de 38.104 ± 6.468 olarak bulunmuştur. SEM çalışmasında, 1 dakika ve 10 dakika uygulanan irrigasyon rejimi sonucunda, ya lı di lerden elde edilen örneklerdeki dentin tübülü sayısının 1 dakika uygulama sonrası daha az bulunmasının sebebi, bu süre içerisinde dentin tübül ağızlarının tümünün smear tabakasından temizlenememi  olması olabilir. Genç ve ya lı di lerden elde edilen örneklerdeki dentin tübül sayıları arasında fark bulunamamıştır. Bizim  alışmamızda ortalama tübül sayısı mm^2 de 27,000 – 48,000 arası olarak bulunmuştur.

Dentin tübülü sayısını inceledikleri çalışmalarında Dourda ve di . (108), kök dentininin pulpaya yakın yüzünde dentin tübülü sayısını mm^2 de ortalama olarak 48.000 ± 9.800 adet olarak bulmuşlardır. Benzer bir çalışmada ise Mj r ve Nordahl (109), dentin tübülü sayısını mm^2 de 18.000 – 26.000 arasında bulmuşlardır. Olsson ve di . (110) ise kök dentinindeki tübül sayısının mm^2 de 43.400 ± 16.200 aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Garberoglio ve Brannstr m (34), kök dentininde mm^2 de bulunan tübül sayısını 30.000 – 52.000 adet olarak belirlemişlerdir.

EDTA, kök kanalında ve dentinde bulunan veya endodontik işlemler sırasında meydana gelen kalsifik oluşumlar ve smear tabakası ile kalsiyum kompleksleri oluşturarak smear tabakasının uzaklaştırılmasına yardımcı olmaktadır (2, 5).

EDTA kök kanal tedavisinde çeşitli konsantrasyonlarda ve kombinasyonlarda kullanılır. Bu solüsyonların etkinliği; kök kanal uzunluğu, materyalin penetrasyon derinliği, dentin sertliği, uygulama süresi, materyalin konsantrasyonu ve pH'sına bağlıdır (7). EDTA, genellikle % 10 – 17'lik konsantrasyonlarda kullanılmasına rağmen en çok tercih edileni % 17'lik

konsantrasyondur (80, 111). Endodontik irrigasyon amacıyla kullanılan bazı kimyasallar dentinin kimyasal yapısında değişime neden olmaktadır. % 17'lik EDTA'nın disodyum tuzunun nötral pH'da (7.3) hidroksiapatit üzerinde en fazla çözünürlüğe sahip olduğu rapor edilmiştir (112). Yüksek pH'daki EDTA'nın şelasyon etkisi solüsyondaki iyonize/deiyanize moleküllerin yüksek oranından olabileceği bildirilmiştir. Yüksek pH'da fazla miktardaki hidroksil grubu hidroksiapatit'in çözünmesini yavaşlatacak ve böylece elde edilen Ca^{++} miktarını sınırlandıracaktır. Düşük yada nötral pH'da Ca^{++} bağlanması hidroksiapatit çözünmesini ve şelasyonunu artıracaktır (111). O'Connell ve diğ. (111), EDTA'nın şelasyon yapma kapasitesinin en fazla pH 6 – 10 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Serper ve Çalt ise % 17'lik EDTA'nın pH 7.5'de zamana bağlı olarak dentinden en yüksek oranda fosfor serbestleştirerek dentini etkili bir şekilde demineralize ettiğini göstermişlerdir (80). Bizim çalışmamızda da EDTA solüsyonu % 17'lik konsantrasyonda ve pH 7.5 de hazırlanarak dentin yüzeylerine uygulanmıştır. Teixeira ve diğ. (101) smear tabakasını uzaklaştırmak amacıyla, diş örneklerini 1, 3 ve 5 dakika süre ile % 15 EDTA ve % 1 NaOCl ile irrige etmişler ancak süreler arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır. Çalt ve Serper (7) ise EDTA'nın 1 dakika süre ile uygulanmasının yeterli olduğunu ve 10 dakika uygulamanın dentin tübüllerinde erozyona neden olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde Nui ve diğ. (6) diş örneklerinin % 15 EDTA muamelesini takiben % 6 NaOCl irriasyonu sonucunda dentinin erozyona uğradığını bildirmişlerdir. Deepak ve diğ. (113), farklı irrigasyon solüsyonlarının smear tabakasını uzaklaştırma etkinliklerini kıyasladıkları SEM çalışmalarında 2 dakika süre ile % 17 EDTA + % 5 NaOCl irrigasyonu sonucunda dentin tübüllerinde erozyon meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Bizim çalışmamızda ise % 17 EDTA + % 2.5 NaOCl'nin 1 dakikalık uygulaması genç ve yaşlı dentin dokusunda önemli derecede eroziv etki göstermemiştir. % 17 EDTA + % 2.5 NaOCl'nin 10 dakikalık uygulaması ise genç dentin dokusunda intertübüler dentinde hafif bir erozyona neden olurken tübül çapı ve alanında önemli bir değişikliğe neden olmamış, yaşlı

dentin dokusunda ise daha eroziv etki göstererek tübül çapı ve alanını önemli derecede değiştirmiştir.

Çalt ve Serper (7), Nui ve diğ. (6) ile Deepak ve diğ. (113)'nin çalışmalarında kullandıkları % 5 ve daha yüksek konsantrasyondaki NaOCl, gözlenen eroziv etkinin oluşmasının nedeni olabilir.

Peritübüler dentin mineralizasyon oranı en yüksek olan bölgedir ve intertübüler dentinden daha serttir. Peritübüler dentinin sertliği intertübüler dentin için yapısal destek sağlamaktadır. Düşük kollajen miktarı peritübüler dentini asitte intertübüler dentine göre daha hızlı çözünebilir hale getirmektedir (2). Benzer şekilde normal dentine göre daha fazla mineral içeriğe sahip olan sklerotik dentinin asit içinde çözünürlüğü daha fazla olabilir. Yaşlanma ile dentinin mineral içeriği, özellikle peritübüler ve sklerotik dentin miktarı artmakta, organik komponent miktarı azalmaktadır (33, 114). Dentinin organik yapısının büyük çoğunluğunu oluşturan kollajen miktarındaki azalmaya bağlı olarak yaşlı dentin dokusunda EDTA kullanımını takiben eroziv etki artmış olabilir. Bunun yanı sıra genç dentin dokusu, yaşlı dentin dokusuna göre daha az kalsiyum içerdiği için (114) ortama salınan kalsiyum miktarı daha az olmakta bu da eroziv etkinin genç dentin dokusunda daha az görülüyor olmasının nedenlerinden birisi olabilir.

Çalt ve Serper (7), Kennedy ve diğ. (115)'nin belirttiği gibi genç dişlerde şelasyon ajanlarının kullanımını takiben dentin tübül erozyonunun daha kolay meydana gelebileceğini ve bu nedenle şelasyon ajanlarının kullanım süresinin mümkün olduğunca kısa tutulması gerektiğini bildirmişlerdir.

Ayrıca yukarıda belirtilen SEM ile yapılan çalışmalarda kullanılan diş örneklerinin kronolojik yaşı belirtilmemiştir. Ortodontik çekim haricinde genç hastalarda çürüksüz diş çekimi insidansının düşük olacağı gözönünde bulundurulursa, yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğunda kullanılan dişlerin özellikle periodontal kaynaklı çekim nedeni ile orta yaş ve üzeri gruba ait olabileceği ve bu nedenle bizim elde ettiğimiz 60 yaş ve üzeri grupla benzer sonuçlara sahip olabileceğini düşünmekteyiz.

Endodontik işlemlerde en sık kullanılan irrigasyon solüsyonu olan ve etkili bir doku çözücüsü olan NaOCl, % 0.5 – 5.25 arası konsantrasyonlarda kullanılmaktadır (1, 2). İrrigasyon solüsyonu olarak kullanılan NaOCl'in pH değeri 10 – 12 arasındadır ve yüksek antimikrobiyal özelliğe sahiptir (67). Hand ve diğ. (73) % 2.5 konsantrasyondaki NaOCl'nin doku çözücü etkinliğinin % 5.25 konsantrasyonuna göre daha az olduğunu belirtmişlerdir. NaOCl'nin doku çözücü etkinliğinin incelendiği diğer bir çalışmada, bu etkinliğin konsantrasyon ile arttığı belirlenmiştir (71). NaOCl'nin konsantrasyon ile artan doku çözücü etkinliğine benzer şekilde antimikrobiyal özelliğinin de konsantrasyonla arttığını gösteren çalışmalar mevcuttur (64, 75). Ancak konsantrasyon ile artan doku çözücü etki ve antimikrobiyal özellikle birlikte toksik etki de artmaktadır (76, 77). NaOCl'nin doku çözücü etkisi arttıkça, dentin yüzeyinden daha fazla organik doku uzaklaşması sonucu erozyon meydana gelebilmektedir (116, 117).

EDTA'nın kök kanal tedavisi sırasında oluşan kalsifik oluşumlar ve smear tabakasının inorganik komponenti üzerinde etki göstermesi nedeniyle, organik doku çözücü etkinliği yüksek olan NaOCl ile kombine kullanımı önerilmektedir (5, 61). EDTA ve NaOCl'nin kombine kullanımı sonucunda kök kanal sisteminde bulunan artıkların ve smear tabakasının daha fazla uzaklaştırıldığı belirtilmiştir (6, 90). Goldman ve diğ (62) ile Baumgartner ve Mader (61), EDTA ve NaOCl'nin kombine kullanımı sonucunda ise smear tabakasının tamamen uzaklaştığını, dentin tübüllerinin daha açık ve belirgin olduğunu bildirmişlerdir. EDTA ve NaOCl aynı anda kullanıldığında kimyasal etkileşime girmekte ve ortamda bulunan serbest klor miktarı azalarak NaOCl'nin doku çözücü etkinliği kısıtlanmaktadır (5, 91). Bu nedenle EDTA ve NaOCl'nin karıştırılmadan, kombine kullanılması önerilmektedir (5).

Literatürde yapılan SEM incelemelerinde EDTA + NaOCl'in kombine kullanıldığında konsantrasyona ve uygulama zamanına bağlı olarak dentin tübüllerinde eroziv etkisinin olabileceği rapor edilmiştir (6, 7, 61). Niu ve diğerleri (6), % 15 EDTA'nın 2 veya 3 dakikalık uygulamasını takiben % 6 NaOCl'nin 2 veya 3 dakikalık irrigasyonun % 15 EDTA'nın tek başına kullanımına göre dentin tübül erozyonunu önemli derecede artırdığını

bildirmişlerdir. Mareending ve diğ. (116) demineralize kök dentinine % 1, % 5 ve % 9 NaOCl uygulamışlar ve konsantrasyonu uygulamasıyla birlikte dentin yüzeyinde yapısal değişiklikler meydana geldiğini bildirmişlerdir. Hara ve diğ. (117) % 10 NaOCl kullanarak yaptıkları çalışmada, demineralize olmuş dentin yüzeyinde NaOCl uygulaması sonucunda kayıp meydana geldiğini belirtmişlerdir. Buna neden olarak yapılan çalışmalarda eroziv etkinin, demineralize olmuş dentinin NaOCl ile irrigasyonu sonucu, inorganik komponentini kaybetmiş olan peritübüler dentinin yıkımı sonucu gerçekleştiği belirtilmiştir (118). Literatürde, nötral EDTA solüsyonunun dentinin mineral ve nonkollajenik protein komponentini azalttığı, bunun da dentin yüzeyinde yumuşamaya neden olduğunu, fakat eroziv etkiye neden olmadığı gösterilmiştir (119, 120). Çalışmamızda EDTA'nın tek başına organik artıkları uzaklaştırma kapasitesinin yetersiz olması nedeniyle (5) dentin tübüllerinden sağlıklı ölçüm alınamayacağı düşüncesiyle, EDTA solüsyonu NaOCl ile kombine edilerek kullanılmıştır. NaOCl'nin etkinliğinin kullanılan konsantrasyona ve uygulama zamanına bağlı olarak artması ile birlikte eroziv etkisinin de artış gösterebileceğini düşünmekteyiz. Eroziv etkinin fazla olarak gözlemlendiği çalışmalarda NaOCl genelde % 5 ve daha yüksek konsantrasyonlarda kullanılmıştır (6, 7, 118). Çalışmamızda ise NaOCl % 2.5 konsantrasyonda kullanılmıştır. 1 ve 10 dakikalık zaman dilimi SEM ile incelendiğinde genç dentin örneklerinde tübül alanları ve çapı açısından önemli bir fark bulunamazken yaşlı dentin örneklerinde tübül alanları ve çapı 10 dakikalık uygulamayı takiben önemli derecede artmıştır.

Çalışmalarda kullanılan dişlerin saklama süreleri ve koşulları deneylerin doğruluğu açısından kritik öneme sahiptir. Dişlerin kullanılıncaya kadar içerisinde bekletildikleri solüsyonlar, dişin mineral yapısında değişimlere neden olabilmekte ve deney sonuçlarını etkileyebilmektedir (121). Ünlü ve diğ. (122) insan dişleriyle yaptıkları çalışmada, dişleri saline solüsyonunda saklamışlardır. Saleh ve diğ. (92) kök kanal dolgu patlarının adezyonunu inceledikleri SEM çalışmasında, dişleri çekimden sonra kullanılıncaya kadar +4°C'de %0.01 NaOCl'de bekletmişlerdir. Fuentes ve diğ. (123) dentinin mikrosertlik özelliğini araştırdıkları çalışmalarında, dişleri

+4°C'de ve en fazla 6 ay süre ile distile su içerisinde saklamışlardır. Çalışmamızda kullanılan dişlerin mineral içeriğinde meydana gelebilecek değişimlerden kaçınmak amacıyla, çekim işleminin ardından dişler +4°C'de serum fizyolojik solüsyonu içerisinde en fazla 3 ay süre ile bekletilmiştir.

Genç ve yaşlı dentin dokusunda EDTA + NaOCl'nin yaptığı değişimleri incelemek amacıyla kullandığımız diğer yöntem X ışını kırınım grafisi analizidir. Bu yöntemde incelenen madde üzerine X ışınları gönderilmekte ve kırılan X ışınları dedektörler ile tespit edilmektedir. Kırılan X ışınlarının kırınım açılarına göre incelenen madde içerisindeki kristal yapılar belirlenebilmektedir (8, 95). Bu yöntemle dentin dokusunda bulunan hidroksiapatit kristal yoğunluğundaki değişimler toz halideki örneklerden incelenebilmektedir (124). Ölçüm yapılacak gerekli örnek miktarının fazla olması nedeniyle sadece dentin yüzeyinden elde edilen dentin toz örnekleri yeterli gelmemekte, bu nedenle irrigasyon sonrası dentin yüzeyinde oluşacak değişimler bu yöntemle direkt olarak incelenememektedir. Çalışmamızda kontrol grubu ile EDTA'nın tek başına ve NaOCl ile kombine kullanıldığı dentin toz örneklerinin sağlıklı bir şekilde kıyaslanabilmesi amacıyla birinci büyük azı dişlerinin pulpa, mine ve sement dokuları uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen kron ve kök dentini toz haline getirilerek kontrol ölçümleri yapılmıştır. Dentin toz örnekleri daha sonra hassas terazide tartılarak iki eşit parçaya bölünmüş, ilk parça 10 ml % 17 EDTA ile 10 dakika ve 10 ml distile su ile 20 dakika yıkanmıştır. Diğer parça, EDTA ve NaOCl'nin kombine kullanımının etkinliğini incelemek amacıyla 10 ml % 17 EDTA ile 10 dakika, 10 ml % 2.5 NaOCl ile 10 dakika ve 10 ml distile su ile 20 dakika süreyle yıkanmıştır. Her iki örneğin de X ışını kırınım grafipleri çekilerek grafipler birbirleriyle ve kontrol grafisiyle kıyaslanmıştır. X ışını kırınım grafiplerinin kıyaslanmasında en yüksek pik değerini veren $2\theta = 31.773^\circ$ noktasındaki pik değeri kullanılmıştır.

X ışını kırınım grafisi analizi çalışmasında, genç ve yaşlı dişlerden elde edilen dentin tozlarının kontrol grafipleri çekildikten sonra toz örnekleri iki eşit parçaya ayrılmıştır. Dentin örneğinin bir yarısı 10 dakika % 17 EDTA ile muamele edilmiş, diğer yarısı 10 dakika, % 17 EDTA + % 2.5 NaOCl ile irriga-

edildikten sonra X ışını kırınım grafileri tekrar çekilerek hidroksiapatit kristalinin grafide verdiği pik değerleri ile gruplar arası kıyaslama yapılmıştır.

X ışını kırınım grafisi analizi sonucunda, genç dentin dokusundan elde edilen örneklerin, 10 dakika % 17 EDTA ile muamele edilmesi sonucu ölçülen hidroksiapatit oranı kontrol grubu ile kıyaslandığında önemli derecede azalmışken; % 17 EDTA + % 2.5 NaOCl ile irrigasyonu sonrası hidroksiapatit oranındaki azalma kontrol grubu ile kıyaslandığında ise aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Yaşlı dentin dokusundan elde edilen örneklerin 10 dakika % 17 EDTA ile muamele edilmesi ve 10 dakika, % 17 EDTA + % 2.5 NaOCl ile irrigasyonu sonrası ölçülen hidroksiapatit oranı kontrol grubuna göre önemli derecede azalmıştır.

X ışını kırınım grafisi analizi sonucunda, genç dentin grubunda EDTA'nın tek başına kullanımı kontrol grubu ile kıyaslandığında hidroksiapatit yoğunluğunu % 41 azaltırken, EDTA + NaOCl irrigasyonu kontrol grubu ile kıyaslandığında hidroksiapatit yoğunluğunu sadece % 10 azaltmıştır. EDTA'nın tek başına kullanımı genç dentin grubunda hidroksiapatit yoğunluğunu EDTA'nın NaOCl ile kombine kullanımına kıyasla önemli derecede azaltmıştır.

Yaşlı dentin grubunda ise EDTA'nın tek başına kullanımı kontrol grubu ile kıyaslandığında hidroksiapatit yoğunluğunu % 42 azaltırken, EDTA + NaOCl irrigasyonu kontrol grubu ile kıyaslandığında hidroksiapatit yoğunluğunu % 33 azaltmıştır. EDTA'nın tek başına kullanımı genç dentin grubunda hidroksiapatit yoğunluğunu EDTA'nın NaOCl ile kombine kullanımına göre azalmasına rağmen fark anlamlı değildir.

EDTA'nın tek başına kullanımı genç ve yaşlı dentin gruplarında hidroksiapatit yoğunluğunu benzer şekilde etkilerken, EDTA'nın NaOCl ile kombine kullanımı yaşlı dentin dokusunda hidroksiapatit yoğunluğunda daha fazla azalmaya neden olmuştur. Bu sonucu yaşlanma ile birlikte dentindeki organik yapı miktarında görülen azalma ile açıklamak mümkündür. Buna göre, asitlerin dentin üzerindeki etkisini tamponlamada temel işlev gören organik komponentin azalması, yani dentinin yaşlanması durumunda; organik yapının daha yüksek oranda bulunduğu genç dentin dokusu aside karşı daha

etkin bir tamponlama etkisi göstererek, aynı süre içerisinde kendi iç yapısından daha az miktarda inorganik materyal kaybının gerçekleşmesine neden olacaktır.

Dentinin inorganik kısmının büyük bölümünü hidroksiapatit oluşturmaktadır. Mineralizasyon süreci devam ettikçe hidroksiapatit kristal boyutu da artış göstermekte ve dentin daha mineralize hale gelmektedir (2, 18, 19). Hidroksiapatit kristallerinde bulunan Ca^{++} dentinin ana inorganik elementidir. Ca^{++} değerindeki herhangi değişim organik ve inorganik komponentlerinin oranını değiştirebilir. Bu da dentinin sertliğini, geçirgenliğini ve çözünme karakterini değiştirerek dental materyallerin adezyonunu ve örtüm (sealing) özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilir. Aslında dentin adezyonu bonding alanındaki demineralizasyon sonrası dentin yüzeyinde kalan Ca^{++} 'un varlığına bağlıdır ve yüzey Ca^{++} 'unun azalması bazı adeziv materyallerin yapışma dayanıklılığını önemli derecede azaltır (18, 20, 125, 126).

Sayın ve diğ. (127), irrigasyon solüsyonları ile dentin dokusundan uzaklaşan kalsiyum miktarını inceledikleri çalışmalarında EDTA'nın tek başına veya NaOCl ile kombine kullanımının dentinden önemli derecede Ca^{++} serbestleştirdiğini, NaOCl ile kombine kullanımının EDTA'nın tek başına kullanımına göre daha fazla Ca^{++} serbestleştirdiğini bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada ise Doğan ve Çalt (20), EDTA ve NaOCl'nin kombine kullanımının, EDTA'nın tek başına kullanımına göre dentin yüzeyinde Ca/P oranında bir artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, literatürde NaOCl kullanımının kök dentininde mineral birikimine neden olduğu, karbonat miktarını artırdığı ve fosfat miktarını da azalttığı bildirilmiştir (128). Bu da X ışını kırınım grafisi analizi çalışmasında EDTA + NaOCl kullanımının EDTA'nın tek başına kullanımına göre dentin örneklerinde meydana getirdiği hidroksiapatit yoğunluğundaki değişimin nedenlerinden birisi olabilir.

Her iki deney sonucu göz önüne alındığında, genelde değişikliğin yaşlı dentin dokusunda daha fazla olduğu gözlenmektedir. Yaşlı dentin dokusunda EDTA + NaOCl'nin daha uzun süre kullanımına bağlı olarak tübül alanları genişlerken, hidroksiapatit oranını genç dentin örneklerine göre daha fazla

azaltmaktadır. Bu nedenle her iki irrigasyon solüsyonunun uzun süreyle kullanımı, NaOCl'nin ise yüksek konsantrasyonları tercih edilmemelidir.

Sonuç olarak EDTA + NaOCl yaşı dentin dokusunda uygulama süresine bağlı olarak eroziv etki göstermekte, hidroksiapatit yoğunluğunu ise genç dentin dokusuna göre daha fazla azaltmaktadır.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

EDTA + NaOCl'nin kombine kullanımı zamana bağlı olarak yaşlı dentin dokusunda daha fazla değişime neden olurken, genç dentin dokusunda önemli bir fark yaratmamaktadır. Bunun sonucunda EDTA uygulama süresinin, yaşlı hasta grubunda eroziv etkiden kaçınmak amacıyla, genç hasta grubunda ise yeterli etkinliğin kısa sürede oluşması nedeniyle 1 dakikalık kullanımı önerilmektedir.

Sonuçlar değerlendirildiğinde bir sonraki aşamada farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış EDTA ve NaOCl solüsyonlarının genç ve yaşlı dentin dokusundaki etkinliğinin incelenmesi hedeflenmelidir.

Ayrıca, bu çalışma *in vitro* koşullarda yapılmıştır. Klinik şartlarda, ağız ortamında daha farklı sonuçlar elde edilebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Alaçam, T. (2000). *Endodonti*. Ankara: Barış Yayınları.
2. Cohen, S. ve Hargreaves, K. (2002). *Pathways of the Pulp*. Philadelphia: Mosby Elsevier.
3. Torabinejad, M., Handysides, R., Khademi, A. A. ve Bakland, L. K. (2002). Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 94(6), 658-666.
4. Hulsmann, M. ve Hahn, W. (2000). Complications during root canal irrigation--literature review and case reports. *International Endodontic Journal*, 33(3), 186-193.
5. Hulsmann, M., Heckendorff, M. ve Lennon, A. (2003). Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *International Endodontic Journal*, 36(12), 810-830.
6. Niu, W., Yoshioka, T., Kobayashi, C. ve Suda, H. (2002). A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *International Endodontic Journal*, 35(11), 934-939.
7. Çalt, S. ve Serper, A. (2002). Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *Journal of Endodontics*, 28(1), 17-19.
8. Warren, B. E. (1990). *X-ray Diffraction*. General Publishing Company.
9. Driscoll, C. O., Dowker, S. E., Anderson, P., Wilson, R. M. ve Gulabivala, K. (2002). Effects of sodium hypochlorite solution on root dentine composition. *Journal of Materials Science. Materials in Medicine*, 13(2), 219-223.
10. Morse, D. R., Esposito, J. V., Schoor, R. S., Williams, F. L. ve Furst, M. L. (1991). A review of aging of dental components and a retrospective radiographic study of aging of the dental pulp and dentin in normal teeth. *Quintessence International*, 22(9), 711-720.
11. Bajaj, D., Sundaram, N., Nazari, A. ve Arola, D. (2006). Age, dehydration and fatigue crack growth in dentin. *Biomaterials*, 27(11), 2507-2517.

12. Nakashima, K. ve Terata, R. (2005). Effect of pH Modified EDTA Solution to the Properties of Dentin. *Journal of Endodontics*, 31(1), 47-49.
13. Arı, H., Erdemir, A. ve Belli, S. (2004). Evaluation of the effect of endodontic irrigation solutions on the microhardness and the roughness of root canal dentin. *Journal of Endodontics*, 30(11), 792-795.
14. Aktener, B. O., Cengiz, T. ve Pişkin, B. (1989). The penetration of smear material into dentinal tubules during instrumentation with surface-active reagents: a scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics*, 15(12), 588-590.
15. Ingle, J. ve Bakland, L. (2002). *Endodontics*. London: BC Decker Inc.
16. Haapasalo, M. P., Endal, U., Zandi, H. ve Coil, J. (2005). Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic Topics*, 10(77-102).
17. Hargreaves, K. ve Goodis, H. E. (2002). *Seltzer and Bender's Dental Pulp*. China: Quintessence Publishing Co, Inc.
18. Marshall, G. W., Jr. (1993). Dentin: microstructure and characterization. *Quintessence International*, 24(9), 606-617.
19. Marshall, G. W., Jr., Marshall, S. J., Kinney, J. H. ve Balooch, M. (1997). The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *Journal of Dentistry*, 25(6), 441-458.
20. Doğan, H. ve Çalt, S. (2001). Effects of chelating agents and sodium hypochlorite on mineral content of root dentin. *Journal of Endodontics*, 27(9), 578-580.
21. Buttler, T. K. ve Crawford, J. J. (1982). The detoxifying effect of varying concentrations of sodium hypochlorite on endotoxins. *Journal of Endodontics*, 8(2), 59-66.
22. Pashley, D. H., Agee, K. A., Nakajima, M., Tay, F. R., Carvalho, R. M., Terada, R. S., Harmon, F. J., Lee, W. K. ve Rueggeberg, F. A. (2001). Solvent-induced dimensional changes in EDTA-demineralized dentin matrix. *Journal of Biomedical Materials Research*, 56(2), 273-281.
23. Junquera, C., Carneiro, J. ve Kelley, R. (1992). *Basic Histology*. Appleton & Lange Inc.

24. Pashley, D. H. (1992). Dentin permeability and dentin sensitivity. *Proceedings of the Finnish Dental Society*, 88 Suppl 1(31-37).
25. Linde, A. ve Goldberg, M. (1993). Dentinogenesis. *Crit Rev Oral Biol Med*, 4(5), 679-728.
26. Murray, P. E., About, I., Lumley, P. J., Franquin, J. C., Windsor, L. J. ve Smith, A. J. (2003). Odontoblast morphology and dental repair. *Journal of Dentistry*, 31(1), 75-82.
27. Weiner, S., Veis, A., Beniash, E., Arad, T., Dillon, J. W., Sabsay, B. ve Siddiqui, F. (1999). Peritubular dentin formation: crystal organization and the macromolecular constituents in human teeth. *Journal of Structural Biology*, 126(1), 27-41.
28. Kinney, J. H., Balooch, M., Marshall, G. W. ve Marshall, S. J. (1999). A micromechanics model of the elastic properties of human dentine. *Archives of Oral Biology*, 44(10), 813-822.
29. Coffey, C. T., Ingram, M. J. ve Bjorndal, A. M. (1970). Analysis of human dentinal fluid. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, 30(6), 835-837.
30. Lundgren, T., Nannmark, U. ve Linde, A. (1992). Calcium ion activity and pH in the odontoblast-predentin region: ion-selective microelectrode measurements. *Calcified Tissue International*, 50(2), 134-136.
31. Ciucchi, B., Bouillaguet, S., Holz, J. ve Pashley, D. (1995). Dentinal fluid dynamics in human teeth, in vivo. *Journal of Endodontics*, 21(4), 191-194.
32. Matthews, B. ve Vongsavan, N. (1994). Interactions between neural and hydrodynamic mechanisms in dentine and pulp. *Archives of Oral Biology*, 39 Suppl(87S-95S).
33. Ferguson, D. B. (1999). *Oral Bioscience*. China: Churchill Livingstone.
34. Garberoglio, R. ve Brannstrom, M. (1976). Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Archives of Oral Biology*, 21(6), 355-362.

35. Torabinejad, M., Khademi, A. A., Babagoli, J., Cho, Y., Johnson, W. B., Bozhilov, K., Kim, J. ve Shabahang, S. (2003). A new solution for the removal of the smear layer. *Journal of Endodontics*, 29(3), 170-175.
36. Tronstad, L. (1991). *Clinical Endodontics*. New York: Thieme Medical Publishers, Inc.
37. Bergenholtz, G. (1990). Pathogenic mechanisms in pulpal disease. *Journal of Endodontics*, 16(2), 98-101.
38. Kinney, J. H., Nalla, R. K., Pople, J. A., Breunig, T. M. ve Ritchie, R. O. (2005). Age-related transparent root dentin: mineral concentration, crystallite size, and mechanical properties. *Biomaterials*, 26(16), 3363-3376.
39. Fogel, H. M., Marshall, F. J. ve Pashley, D. H. (1988). Effects of distance from the pulp and thickness on the hydraulic conductance of human radicular dentin. *Journal of Dental Research*, 67(11), 1381-1385.
40. Nitzan, D. W., Michaeli, Y., Weinreb, M. ve Azaz, B. (1986). The effect of aging on tooth morphology: a study on impacted teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, 61(1), 54-60.
41. Morse, D. R. (1991). Age-related changes of the dental pulp complex and their relationship to systemic aging. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, 72(6), 721-745.
42. Solheim, T. (1992). Amount of secondary dentin as an indicator of age. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 100(4), 193-199.
43. Zilberman, U. ve Smith, P. (2001). Sex- and age-related differences in primary and secondary dentin formation. *Adv Dent Res*, 15(42-45).
44. Zilberman, U. ve Smith, P. (2001). Sex- and age-related differences in primary and secondary dentin formation. *Advances in Dental Research* 15(42-45).
45. McComb, D., Smith, D. C. ve Beagrie, G. S. (1976). The results of in vivo endodontic chemomechanical instrumentation--a scanning electron microscopic study. *Journal of the British Endodontic Society*, 9(1), 11-18.
46. Baumgartner, J. C. ve Cuenin, P. R. (1992). Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *Journal of Endodontics*, 18(12), 605-612.

47. Menezes, A. C., Zanet, C. G. ve Valera, M. C. (2003). Smear layer removal capacity of disinfectant solutions used with and without EDTA for the irrigation of canals: a SEM study. *Pesquisa Odontológica Brasileira = Brazilian Oral Research*, 17(4), 349-355.
48. Pashley, D. H. (1992). Smear layer: overview of structure and function. *Proceedings of the Finnish Dental Society*, 88 Suppl 1(215-224).
49. Mader, C. L., Baumgartner, J. C. ve Peters, D. D. (1984). Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *Journal of Endodontics*, 10(10), 477-483.
50. Sen, B. H., Wesselink, P. R. ve Turkun, M. (1995). The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *International Endodontic Journal*, 28(3), 141-148.
51. Cameron, J. A. (1995). The choice of irrigant during hand instrumentation and ultrasonic irrigation of the root canal: a scanning electron microscope study. *Australian Dental Journal*, 40(2), 85-90.
52. Yang, S. E. ve Bae, K. S. (2002). Scanning electron microscopy study of the adhesion of *Prevotella nigrescens* to the dentin of prepared root canals. *Journal of Endodontics*, 28(6), 433-437.
53. Pashley, D. H. (1984). Smear layer: physiological considerations. *Operative Dentistry. Supplement*, 3(13-29).
54. Haapasalo, M. ve Orstavik, D. (1987). In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *Journal of Dental Research*, 66(8), 1375-1379.
55. Bystrom, A. ve Sundqvist, G. (1985). The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *International Endodontic Journal*, 18(1), 35-40.
56. Orstavik, D. ve Haapasalo, M. (1990). Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Endodontics & Dental Traumatology*, 6(4), 142-149.
57. Berutti, E., Marini, R. ve Angeretti, A. (1997). Penetration ability of different irrigants into dentinal tubules. *Journal of Endodontics*, 23(12), 725-727.

58. Love, R. M., Chandler, N. P. ve Jenkinson, H. F. (1996). Penetration of smeared or nonsmeared dentine by *Streptococcus gordonii*. *International Endodontic Journal*, 29(1), 2-12.
59. Love, R. M. (1996). Adherence of *Streptococcus gordonii* to smeared and nonsmeared dentine. *International Endodontic Journal*, 29(2), 108-112.
60. Drake, D. R., Wiemann, A. H., Rivera, E. M. ve Walton, R. E. (1994). Bacterial retention in canal walls in vitro: effect of smear layer. *Journal of Endodontics*, 20(2), 78-82.
61. Baumgartner, J. C. ve Mader, C. L. (1987). A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *Journal of Endodontics*, 13(4), 147-157.
62. Goldman, M., Goldman, L. B., Cavaleri, R., Bogis, J. ve Lin, P. S. (1982). The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: Part 2. *Journal of Endodontics*, 8(11), 487-492.
63. Leonardo, M. R., Tanomaru Filho, M., Silva, L. A., Nelson Filho, P., Bonifacio, K. C. ve Ito, I. Y. (1999). In vivo antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. *Journal of Endodontics*, 25(3), 167-171.
64. Siqueira, J. F., Jr., Rocas, I. N., Favieri, A. ve Lima, K. C. (2000). Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *Journal of Endodontics*, 26(6), 331-334.
65. Siqueira, J. F., Jr., Lima, K. C., Magalhaes, F. A., Lopes, H. P. ve de Uzeda, M. (1999). Mechanical reduction of the bacterial population in the root canal by three instrumentation techniques. *Journal of Endodontics*, 25(5), 332-335.
66. Walton, R. ve Torabinejad, M. (2002). *Principles and Practice of Endodontics*. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
67. Senia, E. S., Marshall, F. J. ve Rosen, S. (1971). The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, 31(1), 96-103.

68. Gomes, B. P., Ferraz, C. C., Vianna, M. E., Berber, V. B., Teixeira, F. B. ve Souza-Filho, F. J. (2001). In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *International Endodontic Journal*, 34(6), 424-428.
69. Ayhan, H., Sultan, N., Çırak, M., Ruhi, M. Z. ve Bodur, H. (1999). Antimicrobial effects of various endodontic irrigants on selected microorganisms. *International Endodontic Journal*, 32(2), 99-102.
70. Heling, I. ve Chandler, N. P. (1998). Antimicrobial effect of irrigant combinations within dentinal tubules. *International Endodontic Journal*, 31(1), 8-14.
71. Turkun, M. ve Cengiz, T. (1997). The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. *International Endodontic Journal*, 30(5), 335-342.
72. Zehnder, M., Kosicki, D., Luder, H., Sener, B. ve Waltimo, T. (2002). Tissue-dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. *Oral surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 94(6), 756-762.
73. Hand, R. E., Smith, M. L. ve Harrison, J. W. (1978). Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *Journal of Endodontics*, 4(2), 60-64.
74. Abou-Rass, M. ve Oglesby, S. W. (1981). The effects of temperature, concentration, and tissue type on the solvent ability of sodium hypochlorite. *Journal of Endodontics*, 7(8), 376-377.
75. Sen, B. H., Safavi, K. E. ve Spangberg, L. S. (1999). Antifungal effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine in root canals. *Journal of Endodontics*, 25(4), 235-238.
76. Pashley, E. L., Birdsong, N. L., Bowman, K. ve Pashley, D. H. (1985). Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissue. *Journal of Endodontics*, 11(12), 525-528.

77. Yesilsoy, C., Whitaker, E., Cleveland, D., Phillips, E. ve Trope, M. (1995). Antimicrobial and toxic effects of established and potential root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, 21(10), 513-515.
78. Bowen, R. L., Eick, J. D., Henderson, D. A. ve Anderson, D. W. (1984). Smear layer: removal and bonding considerations. *Operative Dentistry. Supplement*, 3(30-34).
79. Çalt, S. ve Serper, A. (2000). Smear layer removal by EGTA. *Journal of Endodontics*, 26(8), 459-461.
80. Serper, A. ve Calt, S. (2002). The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. *Journal of Endodontics*, 28(7), 501-502.
81. Perez, F. ve Rouqueyrol-Pourcel, N. (2005). Effect of a low-concentration EDTA solution on root canal walls: a scanning electron microscopic study. *Oral surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 99(3), 383-387.
82. Liolios, E., Economides, N., Parissis-Messimeris, S. ve Boutsoukis, A. (1997). The effectiveness of three irrigating solutions on root canal cleaning after hand and mechanical preparation. *International Endodontic Journal*, 30(1), 51-57.
83. Yoshida, T., Shibata, T., Shinohara, T., Gomyo, S. ve Sekine, I. (1995). Clinical evaluation of the efficacy of EDTA solution as an endodontic irrigant. *Journal of Endodontics*, 21(12), 592-593.
84. Sceiza, M. F., Daniel, R. L., Santos, E. M. ve Jaeger, M. M. (2001). Cytotoxic effects of 10% citric acid and EDTA-T used as root canal irrigants: an in vitro analysis. *Journal of Endodontics*, 27(12), 741-743.
85. Koulaouzidou, E. A., Margelos, J., Beltes, P. ve Kortsaris, A. H. (1999). Cytotoxic effects of different concentrations of neutral and alkaline EDTA solutions used as root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, 25(1), 21-23.
86. Segura, J. J., Calvo, J. R., Guerrero, J. M., Sampedro, C., Jimenez, A. ve Llamas, R. (1996). The disodium salt of EDTA inhibits the binding of vasoactive intestinal peptide to macrophage membranes: endodontic implications. *Journal of Endodontics*, 22(7), 337-340.

87. Segura, J. J., Calvo, J. R., Guerrero, J. M., Jimenez-Planas, A., Sampedro, C. ve Llamas, R. (1997). EDTA inhibits in vitro substrate adherence capacity of macrophages: endodontic implications. *Journal of Endodontics*, 23(4), 205-208.
88. Serper, A., Çalt, S., Doğan, A. L., Güç, D., Özçelik, B. ve Kuraner, T. (2001). Comparison of the cytotoxic effects and smear layer removing capacity of oxidative potential water, NaOCl and EDTA. *Journal of Oral Science*, 43(4), 233-238.
89. Cengiz, T., Aktener, B. O. ve Pişkin, B. (1990). Effect of dentinal tubule orientation on the removal of smear layer by root canal irrigants. A scanning electron microscopic study. *International Endodontic Journal*, 23(3), 163-171.
90. Crumpton, B. J., Goodell, G. G. ve McClanahan, S. B. (2005). Effects on smear layer and debris removal with varying volumes of 17% REDTA after rotary instrumentation. *Journal of Endodontics*, 31(7), 536-538.
91. Grawehr, M., Sener, B., Waltimo, T. ve Zehnder, M. (2003). Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *International Endodontic Journal*, 36(6), 411-417.
92. Saleh, I. M., Ruyter, I. E., Haapasalo, M. P. ve Orstavik, D. (2003). Adhesion of endodontic sealers: scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy. *Journal of Endodontics*, 29(9), 595-601.
93. Monika, C. M. ve Froner, I. C. (2006). A scanning electron microscopic evaluation of different root canal irrigation regimens. *Brazilian Oral Research*, 20(3), 235-240.
94. Goracci, G., Mori, G. ve Baldi, M. (1999). Terminal end of the human odontoblast process: a study using SEM and confocal microscopy. *Clinical Oral Investigations*, 3(3), 126-132.
95. Cullity, B. D. (1967). *Elements of X-Ray Diffraction*. Addison-Wesley.
96. Islam, I., Chng, H. K. ve Yap, A. U. (2006). X-ray diffraction analysis of mineral trioxide aggregate and Portland cement. *International Endodontic Journal*, 39(3), 220-225.

97. Song, J. S., Mante, F. K., Romanow, W. J. ve Kim, S. (2006). Chemical analysis of powder and set forms of Portland cement, gray ProRoot MTA, white ProRoot MTA, and gray MTA-Angelus. *Oral surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 102(6), 809-815.
98. De-Deus, G., Reis, C. M., Fidel, R. A., Fidel, S. R. ve Paciornik, S. (2007). Co-site digital optical microscopy and image analysis: an approach to evaluate the process of dentine demineralization. *International Endodontic Journal*, 40(6), 441-452.
99. Gulabivala, K., Patel, B., Evans, G. ve Ng, Y. L. (2005). Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endodontic Topics*, 10(103-122).
100. Marshall, G. W., Jr., Chang, Y. J., Gansky, S. A. ve Marshall, S. J. (2001). Demineralization of caries-affected transparent dentin by citric acid: an atomic force microscopy study. *Dental Materials*, 17(1), 45-52.
101. Teixeira, C. S., Felipe, M. C. ve Felipe, W. T. (2005). The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. *International Endodontic Journal*, 38(5), 285-290.
102. Ahmed, T. R., Mordan, N. J., Gilthorpe, M. S. ve Gillam, D. G. (2005). In vitro quantification of changes in human dentine tubule parameters using SEM and digital analysis. *Journal of Oral Rehabilitation*, 32(8), 589-597.
103. Silikas, N., Watts, D. C., England, K. E. ve Jandt, K. D. (1999). Surface fine structure of treated dentine investigated with tapping mode atomic force microscopy (TMAFM). *Journal of Dentistry*, 27(2), 137-144.
104. Camargo, C. H., Siviero, M., Camargo, S. E., de Oliveira, S. H., Carvalho, C. A. ve Valera, M. C. (2007). Topographical, diametral, and quantitative analysis of dentin tubules in the root canals of human and bovine teeth. *Journal of Endodontics*, 33(4), 422-426.
105. Şen, B. H., Pişkin, B. ve Baran, N. (1996). The effect of tubular penetration of root canal sealers on dye microleakage. *International Endodontic Journal*, 29(1), 23-28.

106. Behrend, G. D., Cutler, C. W. ve Gutmann, J. L. (1996). An in-vitro study of smear layer removal and microbial leakage along root-canal fillings. *International Endodontic Journal*, 29(2), 99-107.
107. Perez, F., Calas, P. ve Rochd, T. (1996). Effect of dentin treatment on in vitro root tubule bacterial invasion. *Oral surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 82(4), 446-451.
108. Dourda, A. O., Moule, A. J. ve Young, W. G. (1994). A morphometric analysis of the cross-sectional area of dentine occupied by dentinal tubules in human third molar teeth. *International Endodontic Journal*, 27(4), 184-189.
109. Mjor, I. A. ve Nordahl, I. (1996). The density and branching of dentinal tubules in human teeth. *Archives of Oral Biology*, 41(5), 401-412.
110. Olsson, S., Oilo, G. ve Adamczak, E. (1993). The structure of dentin surfaces exposed for bond strength measurements. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 101(3), 180-184.
111. O'Connell, M. S., Morgan, L. A., Beeler, W. J. ve Baumgartner, J. C. (2000). A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *Journal of Endodontics*, 26(12), 739-743.
112. Calvo Perez, V., Medina Cardenas, M. E. ve Sanchez Planells, U. (1989). The possible role of pH changes during EDTA demineralization of teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, 68(2), 220-222.
113. Viswanath, D., Hegde, A. M. ve Munshi, A. K. (2003). The removal of the smear layer using EGTA: a scanning electron microscopic study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 28(1), 69-74.
114. Ketterl, W. (1983). Age-induced changes in the teeth and their attachment apparatus. *International Dental Journal*, 33(3), 262-271.
115. Kennedy, W. A., Walker, W. A., 3rd ve Gough, R. W. (1986). Smear layer removal effects on apical leakage. *Journal of Endodontics*, 12(1), 21-27.
116. Marending, M., Luder, H. U., Brunner, T. J., Knecht, S., Stark, W. J. ve Zehnder, M. (2007). Effect of sodium hypochlorite on human root dentine--mechanical, chemical and structural evaluation. *International Endodontic Journal*, 40(10), 786-793.

117. Hara, A. T., Ando, M., Cury, J. A., Serra, M. C., Gonzalez-Cabezas, C. ve Zero, D. T. (2005). Influence of the organic matrix on root dentine erosion by citric acid. *Caries Research*, 39(2), 134-138.
118. Prati, C., Chersoni, S. ve Pashley, D. H. (1999). Effect of removal of surface collagen fibrils on resin-dentin bonding. *Dental Materials*, 15(5), 323-331.
119. Verdelis, K., Eliades, G., Oviir, T. ve Margelos, J. (1999). Effect of chelating agents on the molecular composition and extent of decalcification at cervical, middle and apical root dentin locations. *Endodontics & Dental Traumatology*, 15(4), 164-170.
120. Kawasaki, K., Ruben, J., Stokroos, I., Takagi, O. ve Arends, J. (1999). The remineralization of EDTA-treated human dentine. *Caries Research*, 33(4), 275-280.
121. Kinney, J. H., Marshall, S. J. ve Marshall, G. W. (2003). The mechanical properties of human dentin: a critical review and re-evaluation of the dental literature. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, 14(1), 13-29.
122. Ünlu, N., Çobankara, F. K., Altınöz, C. ve Özer, F. (2004). Effect of home bleaching agents on the microhardness of human enamel and dentin. *Journal of Oral Rehabilitation*, 31(1), 57-61.
123. Fuentes, V., Toledano, M., Osorio, R. ve Carvalho, R. M. (2003). Microhardness of superficial and deep sound human dentin. *Journal of Biomedical Materials Research. Part A*, 66(4), 850-853.
124. Abe, K., Ooshima, T., Sobue, S. ve Moriwaki, Y. (1989). The crystallinity of human deciduous teeth in hypophosphataemic vitamin D-resistant rickets. *Archives of Oral Biology*, 34(5), 365-372.
125. Sousa, S. M. ve Silva, T. L. (2005). Demineralization effect of EDTA, EGTA, CDTA and citric acid on root dentin: a comparative study. *Brazilian Oral Research*, 19(3), 188-192.
126. Hennequin, M., Pajot, J. ve Avignant, D. (1994). Effects of different pH values of citric acid solutions on the calcium and phosphorus contents of human root dentin. *Journal of Endodontics*, 20(11), 551-554.

127. Sayın, T. C., Serper, A., Çehreli, Z. C. ve Kalaycı, S. (2007). Calcium loss from root canal dentin following EDTA, EGTA, EDTAC, and tetracycline-HCl treatment with or without subsequent NaOCl irrigation. *Journal of Endodontics*, 33(5), 581-584.
128. Inaba, D., Ruben, J., Takagi, O. ve Arends, J. (1996). Effect of sodium hypochlorite treatment on remineralization of human root dentine in vitro. *Caries Research*, 30(3), 218-224.