

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ VE ENDODONTİ ANA BİLİM DALI

**TEKRARLAYAN KÖK KANAL TEDAVİLERİNDE KÖK KANAL DOLGUSUNUN
UZAKLAŞTIRILMASINDA KULLANILAN FARKLI NİKEL-TİTANYUM EĞELERİN
YÜZEYLERİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİKLİKLERİN İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Baran Can SAĞLAM

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Güliz GÖRGÜL

ANKARA
ŞUBAT 2011

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ VE ENDODONTİ ANA BİLİM DALI

**TEKRARLAYAN KÖK KANAL TEDAVİLERİNDE KÖK KANAL DOLGUSUNUN
UZAKLAŞTIRILMASINDA KULLANILAN FARKLI NİKEL-TİTANYUM EĞELERİN
YÜZEYLERİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİKLİKLERİN İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Baran Can SAĞLAM

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Güliz GÖRGÜL

Bu tez Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 03/2008-06 proje numarası ile desteklenmiştir

ANKARA
ŞUBAT 2011

**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü**

**Restoratif Diş Tedavisi ve Endodonti Ana Bilim Dalı Doktora
Programı
çerçevesinde yürütölmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından
Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.**

Tez Savunma Tarihi : .././2011

**Prof. Dr. Tayfun ALAÇAM
Gazi Üniversitesi
Jüri Başkanı**

**Doç. Dr. Hatice DOĞAN BUZOĞLU
Hacettepe Üniversitesi
Üye**

**Prof. Dr. Güiliz GÖRGÜL
Gazi Üniversitesi
Üye**

**Prof. Dr. A. Cemal TINAZ
Gazi Üniversitesi
Üye**

**Doç. Dr. Özgür TOPUZ
Gazi Üniversitesi
Üye**

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay.....	I
İçindekiler.....	II
Resimler	VI
Tablolar ve Semboller	VIII
Kısaltmalar	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1.Cerrahi Olmayan Tekrarlayan Tedaviler	4
2.2. Tekrarlayan Tedavi Gerektiren Durumlar.....	4
2.3. Guta Perkanın Uzaklaştırılması	8
2.3.1.Guta Perkanın Uzaklaştırılması İçin Kullanılan Çözücüler	9
2.3.2.Guta-Perkayı Uzaklaştırmak İçin Kullanılan Nikel Titanyum Enstrümanlar.....	10
2.3.2.1. Protaper Retreatment Eğeleri	10
2.3.2.2.R-Endo eğeleri.....	11
2.3.2.3. Mtwo retreatment eğeleri	12
2.4. Dişhekimliğinde Kullanılan Nikel Titanyum Alaşımları.....	13
2.4.1. Niti Alaşımların Metalurjisi	13
2.4.2. Nikel Titanyumun Yapısı	14
2.4.3. Stres Yüklenmiş Martensitik Transformasyon	15
2.4.4. Nikel-Titanyum Alaşımların Yapımı	16
2.4.5. Kök Kanal Aletlerinin Üretimi	17
2.4.6. Nikel Titanyum Alaşımlarının Kullanımı	18
2.4.7. Nikel-Titanyum Alaşımlarının Diş Hekimliğindeki Diğer Kullanım Alanları	19
2.5. Döner Ni Ti Enstrümanların Kırılabilirliği	21
2.5.1 Sıklık	22
2.5.2. Nikel Titanyum Enstrümanların kırılmalarına zemin hazırlayan nedenler.....	23
2.5.2.1.Enstrüman tasarımı.....	23
2.5.2.2. Üretim aşaması	24

2.5.2.3. Enstrüman kullanımının dinamiği	26
2.5.2.4. Kanal şekli	27
2.5.2.5. Preperasyon/enstrümantasyon tekniği	27
2.5.2.6. Kullanım sayısı	28
2.5.2.7. Temizleme ve sterilizasyon işlemleri	28
2.6. Sodyum Hipoklorit	29
2.7. Guta-Perka	30
2.8. Atomik Kuvvet Mikroskobu	33
2.8. Tarama Elektron Mikroskobu (SEM) Ve Enerji Dağılımlı	
X-Işını Spektroskopisi(EDX)	34
3. GEREÇ VE YÖNTEM	36
3.1. Kök kanal dolgusunun uzaklaştırılmasından sonra eğelerin	
yüzeylerinde meydana gelebilecek özelliklerin incelemesi	36
3.1.1 Örneklerin hazırlanması	36
3.1.2. Kök kanallarının boşaltılması	37
3.1.3. Atomik kuvvet mikroskobu deneyi	41
3.1.4. Tarama elektron mikroskobu deneyi	41
3.1.5. EDX deneyi	41
3.1. Sodyum hipoklorit solüsyonunun eğeler üzerindeki etkilerinin	
değerlendirilmesi	43
3.2. Kloroform solüsyonunun eğeler üzerindeki etkilerinin	
değerlendirilmesi	43
3.4. Sterilizasyon işleminin eğeler üzerindeki etkilerinin	
değerlendirilmesi	44
3.5. İstatistiksel değerlendirme	45

4. BULGULAR	46
4.1. RMS Bulguları	46
4.1.1. Farklı EĒe Türleri için Kontrol, 3 Kullanım ve 5 Kullanım Sonucunda RMS DeĒerleri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının İncelenmesi	46
4.1.2. EĒe Türleri için Kontrol Grubu ile NaOCI Solüsyonunda Bekletilme Sonrası RMS DeĒerleri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının İncelenmesi	50
4.1.3. EĒe Türleri için Kontrol Grubu ile Kloroform Solüsyonunda Bekletilme Sonrası RMS DeĒerleri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının İncelenmesi	52
4.1.4. EĒe Türleri için Kontrol Grubu ile Sterilizasyon Uygulamaları Sonrası RMS DeĒerleri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının İncelenmesi.....	54
4.2. Depth Bulguları	57
4.2.1. Farklı EĒe Türleri için Kontrol Grubu, 3 Kullanım, 5 Kullanım Sonucunda Depth DeĒerleri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının İncelenmesi	57
4.2.2.EĒe Türleri için Kontrol Grubu ile NaOCI Solüsyonunda Bekletilme Sonrası Depth DeĒerleri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının İncelenmesi	61
4.2.3. EĒe Türleri için Kontrol Grubu ile Kloroform Solüsyonunda Bekletilme Sonrası Depth DeĒerleri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının İncelenmesi	64
4.2.4. EĒe Türleri için Kontrol Grubu ile Sterilizasyon Sonrası Depth DeĒerleri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının İncelenmesi	66
4.3. EDX Bulguları	68
4.3.1. Farklı EĒe Türleri için Kontrol Grubu, 3 Kullanım, 5 Kullanım Sonucunda EDX DeĒerleri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının İncelenmesi	68
4.3.2. EĒe Türleri için Kontrol Grubu ile NaOCI Solüsyonunda Bekletilme Sonrası EDX DeĒerleri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının İncelenmesi	72
4.3.3. EĒe Türleri için Kontrol Grubu ile Kloroform Solüsyonunda Bekletilme Sonrası EDX DeĒerleri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının İncelenmesi	74
4.3.4. EĒe Türleri için Kontrol Grubu ile Sterilizasyon Sonrası EDX DeĒerleri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının İncelenmesi.....	76
4.4. Atomik kuvvet mikroskobu görüntüleri bulguları	77
4.5. Tarama elektron mikroskobu bulguları	78

5.	TARTIŞMA	110
6.	SONUÇ	126
7.	ÖZET	128
8.	SUMMARY	130
9.	KAYNAKLAR	132
10.	ÖZGEÇMİŞ.....	149
11.	EKLER.....	150

RESİMLER

Resim 1: Mtwo silver endodontik motor

Resim 2: Protaper retreatment eğeleri

Resim 3: R-endo eğeleri

Resim 4: Mtwo retreatment eğeleri

Resim 5: Atomik Kuvvet Mikroskobu, İYTE Malzeme Araştırma Merkezi

Resim 6: Tarama Elektron Mikroskobu, ODTÜ Merkez Laboratuvarı

Resim 7: D1 eğesine ait AFM görüntüsü; kontrol

Resim 8: D1 eğesine ait AFM görüntüsü; 3 kullanım sonrası

Resim 9: D1 eğesine ait AFM görüntüsü; 5 kullanım sonrası

Resim 10: R1 eğesine ait AFM görüntüsü; kontrol

Resim 11: R2 eğesine ait AFM görüntüsü; 3 kullanım sonrası

Resim 12: R3 eğesine ait AFM görüntüsü; 5 kullanım sonrası

Resim 13: Mtwo 25 eğesine ait AFM görüntüsü; kontrol

Resim 14: Mtwo 25 eğesine ait AFM görüntüsü; 3 kullanım sonrası

Resim 15: Mtwo 25 eğesine ait AFM görüntüsü; 5 kullanım sonrası

Resim 16: NaOCl solüsyonunda bekletilen R1 eğesine ait AFM görüntüsü

Resim 17: Kloroform solüsyonunda bekletilen D1 eğesine ait AFM görüntüsü

Resim 18: Mtwo 25 eğesinin sterilizasyon işlemleri sonrasına ait AFM görüntüsü

Resim 19: D1 eğesine ait SEM görüntüsü; kontrol

Resim 20: D1 eğesine ait SEM görüntüsü; 3 kullanım sonrası

Resim 21: D2 eğesine ait SEM görüntüsü; 3 kullanım

Resim 22: D1 eğesine ait SEM görüntüsü; 5 kullanım

Resim 23: R1 eğesine ait SEM görüntüsü; kontrol

Resim 24: R2 eğesine ait SEM görüntüsü; 3 kullanım

Resim 25: R3 eğesine ait SEM görüntüsü; 5 kullanım

Resim 26: Mtwo 25 eğesine ait SEM görüntüsü; kontrol

Resim 27: Mtwo 25 eğesine ait SEM görüntüsü; 3 kullanım

- Resim 28:** Mtwo 15 eğesine ait SEM görüntüsü; 5 kullanım(kırık)
- Resim 29:** NaOCl solüsyonunda bekletilen D1 eğesi
- Resim 30:** NaOCl solüsyonunda bekletilen Mtwo 25 eğesi
- Resim 31:** Kloroform solüsyonunda bekletilen R1 eğesi
- Resim 32:** Sterilizasyon işlemleri gören D1 eğesi
- Resim 33:** D1 eğesine ait EDX verileri, kontrol
- Resim 34:** D1 eğesine ait EDX verileri, 5 kullanım
- Resim 35:** R1 eğesine ait EDX verileri, kontrol
- Resim 36:** R1 eğesine ait EDX verileri, 5 kullanım
- Resim 37:** Mtwo25 eğesine ait EDX verileri, kontrol
- Resim 38:** Mtwo25 eğesine ait EDX verileri, 5 kullanım
- Resim 39:** NaOCl solüsyonunda bekletilen D1 eğesine ait EDX verileri
- Resim 40:** NaOCl solüsyonunda bekletilen R1 eğesine ait EDX verileri
- Resim 41:** NaOCl solüsyonunda bekletilen Mtwo25 eğesine ait EDX verileri
- Resim 42:** Kloroform solüsyonunda bekletilen D1 eğesine ait EDX verileri
- Resim 43:** Kloroform solüsyonunda bekletilen R1 eğesine ait EDX verileri
- Resim 44:** Kloroform solüsyonunda bekletilen Mtwo25 eğesine ait EDX verileri
- Resim 45:** Sterilizasyon işlemleri gören D1 eğesine ait EDX verileri
- Resim 46:** Sterilizasyon işlemleri gören R1 eğesine ait EDX verileri
- Resim 47:** Sterilizasyon işlemleri gören Mtwo25 eğesine ait EDX verileri

TABLÖLAR

Tablo 1: Çalışmada kullanılan eğerler

Tablo 2: Tüm eğer gruplarına ait kontrol,3 kullanım ve 5 kullanım için RMS veri tablosu

Tablo 3:Sodyum hipoklorit solüsyonunda bekletilen eğerlere ait istatistiksel RMS verileri

Tablo 4: Kloroform solüsyonunda bekletilen eğerlere ait istatistiksel RMS verileri

Tablo 5: Sterilizasyon işlemleri sonrası elde edilen istatistiksel RMS verileri

Tablo 6: Tüm eğer gruplarına ait kontrol,3 kullanım ve 5 kullanım için Depth veri tablosu

Tablo 7: Sodyum hipoklorit solüsyonunda bekletilen eğerlere ait istatistiksel Depth verileri

Tablo 8: Kloroform solüsyonunda bekletilen eğerlere ait istatistiksel Depth verileri

Tablo 9: Sterilizasyon işlemleri sonrası elde edilen istatistiksel Depth verileri

Tablo 10: Tüm eğer gruplarına ait kontrol,3 kullanım ve 5 kullanım için EDX veri tablosu

Tablo 11: Sodyum hipoklorit solüsyonunda bekletilen eğerlere ait istatistiksel EDX verileri

Tablo 12: Kloroform solüsyonunda bekletilen eğerlere ait istatistiksel EDX verileri

Tablo 13: Sterilizasyon işlemleri sonrası elde edilen istatistiksel EDX verileri

KISALTMALAR ve SEMBOLLER

NiTi: Nikel- titanyum

NaOCl: Sodyum hipoklorit

AFM: Atomik kuvvet mikroskobu

SEM: Tarama elektron mikroskobu

EDX: Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi

RMS: Root mean square

EDTA: Etilendiamintetraasetikasit

mm: Milimetre

µm: Mikrometre

C⁰: Santigrat derece

1. GİRİŞ

Geçen yıllarla birlikte başarısız endodontik işlemlerin tedavi seçiminde tekrarlayan endodontik tedavi, apikal cerrahinin yerini almıştır. İnatçı enfeksiyonların varlığı, kök kanal sisteminin yeniden temizlenmesi ve dezenfeksiyonunu gerektirmektedir.

Endodontistlerin karşılaştığı en büyük teknik zorluklardan birisi de eski dolgu materyalinin tamamıyla çıkarılmasıdır. Bu materyal, irrigasyon solüsyonları ve kanal içi pansuman maddeleri ile kök kanal duvarı arasında kontağı engelleyen mekanik bir bariyer olmaktadır.¹

Mekanik enstrümantasyonla birlikte, kök kanalından dolgu materyalinin uzaklaştırılması için yeni teknikler geliştirilmiştir.¹ Konvansiyonel el aletleri ile kıyaslandığında döner aletlerin kullanılmasının tekrarlayan tedavi süresini kısalttığı bildirilmiştir. Araştırmacılar aletlerin dönmesi sırasında oluşturduğu sürtünme ısısının da guta perkayı yumuşattığı ve daha kolay çıkarılmasını sağladığı sonucuna varmışlardır.²

Guta perka genellikle el aletleri ile veya döner enstrümanlarla ve bir çözücü kullanılarak kanaldan uzaklaştırılır. Guta perka; kloroform, ökaliptol, haloten gibi organik çözücüler tarafından çözülebilir.³ Bu çözücülerin kullanılması guta perkanın daha kolay uzaklaşmasına olanak sağlar.

Nikel-titanyum döner aletlerin guta perkanın uzaklaştırılmasında bir alternatif olarak önerilmesi ile birlikte, bazı çalışmalarda bu enstrümanların dolgu maddesinin uzaklaştırılmasındaki etkinliği araştırılmış ve karşılaştırılmıştır. Genellikle yapılan bu

çalışmalarda dentin duvarında kök kanal dolgu artığı kaldığı ve NiTi enstrümanların kırılma riskinin ortaya çıktığı bildirilmiştir.

Nikel-titanyum döner aletlerin her kullanım sonrasında yüzeylerinde deformasyonlar meydana gelmektedir. Nikel-titanyum aletlerin konvansiyonel aletlerden daha pahalı olması nedeniyle, klinisyenler her bir enstrümandan mümkün olduğunca fazla yararlanmaya çalışmaktadırlar. Dolayısıyla her bir nikel titanyum döner aletin kanal dolgusunu uzaklaştırmak için defalarca kullanılması yüzeylerindeki deformasyonun artmasına, çatlaklar ve kırıkların meydana gelmesine neden olmaktadır.⁴

Önceleri başarısız kök kanal tedavileri sonrasında çıkan problemlerin çözümü dişin çekilmesi olarak görülürken, günümüzde dişin tekrar tedavi edilmesi fikri daha fazla benimsenmeye başlamıştır. Her geçen gün üretici firmalar piyasaya yeni nikel titanyum ürünler sunmaya başlamıştır. Bu çalışmada kullanılacak nikel titanyum eğeler ise özel olarak tekrarlayan tedavilerde kök kanal dolgusunu uzaklaştırmak amacı ile üretilmiştir. Bu amaçla üretilen bu eğeler elbette ki kullanım sonrası deformasyonlara uğrayacaklardır.

Bu çalışmada bu deformasyonları ve materyallerdeki yüzey değişikliklerini detaylı bir şekilde gösterebilen atomik kuvvet mikroskobu ve tarama elektron mikroskobu kullanılacaktır. Atomik kuvvet mikroskobu incelenen yüzey üzerinde hareket eden tarayıcı uç ve bu ucun aktardığı veriler ile yüzey topografisini 3 boyutlu olarak gösterebilmektedir. Atomik kuvvet mikroskobu aynı zamanda yüzey morfolojisi hakkında sayısal veriler sunmaktadır. Tarama elektron mikroskobu ile ise örnek yüzeyinden farklı bytmelerde elde edilen fotoğraflarla yüzey morfolojisi incelenebilmektedir. Kullanım sonrası her eğenin ne kadar deformasyona

uğradığı bu cihazlar ile tespit edilecek ve karşılaştırma imkanı sağlanacaktır. Ayrıca tekrarlayan kök kanal tedavi prosedürü sırasında kullanılan sodyum hipoklorit ve kloroform solüsyonlarının ve yinelenen sterilizasyon işlemlerinin nikel titanyum eğelerin yüzeylerinde olabilecek etkileri de atomik kuvvet mikroskobu ve tarama elektron mikroskobu ile incelenecektir.

Bu çalışmanın amacı tekrarlayan tedavilerde kök kanal dolgusunu uzaklaştırmak için kullanılan nikel-titanyum enstrümanların kullanım sonrası yüzeylerinde meydana gelen değişikliklerin incelenmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1.Cerrahi Olmayan Tekrarlayan Tedaviler

Modern diş hekimliğinde cerrahi olmayan kök kanal tedavisi rutin bir işlem haline gelmiştir. Endodontideki güncel teknik ve bilimsel gelişmeler sonucunda milyonlarca dişin kaybı önlenmiştir. Gelişen cerrahi ve protetik restoratif yaklaşımlar geçmişteki yöntemlerden daha az zahmetli olsa da doğal dişin ağızda tutulma seçeneğinin, dişin çekilmesi ve yerine yenisinin yapılmasına göre daha üstün bir tedavi seçeneği olduğu kabul edilmiştir.

Ne yazık ki, bütün kanal tedavilerinde beklenen uzun dönem iyileşme görülememektedir. Yapılan onca tedaviler arasında, çok düşük orandaki başarısız sonuçlar birçok hastanın ilave tedaviye gereksinim duymasına yol açmıştır. Hekimler inatçı veya yeniden oluşan apikal periodontitisi teşhis edebilmelidir ve tedavi seçeneklerinin farkında olmalıdırlar. Eğer bu dişler için tedavi yaklaşımlarında bulunacaklarsa, uygun tedavi usul ve araçlarının tümüne sahip olmalı ve bu özel teknikleri en üst düzeyde uygulayabilme kapasitesine sahip olmalıdırlar. Hekimler kendilerine güvenen hastaları için bilimsel yönü kuvvetli, kanıta dayalı olan tedavi seçenekleri arasında en uygun kararı vermek zorundadırlar.⁵

2.2. Tekrarlayan Tedavi Gerektiren Durumlar

Bir hastalığı tedavi etmek için bir çok farklı yol olmasına karşın yalnızca bir doğru teşhis vardır.⁶ Doğru teşhis herhangi bir endodontik işlemin en önemli parçalarından biridir. Hekimler için doğru teşhisin koyulması; diş kaynaklı olmayan etyolojilerin elimine edilmesi, uygun tetkiklerin yapılması ve hastaların bu tepkilere cevaplarının

değerlendirilmesi ile kesin bir teşhise ulaşılması ve tedavi seçeneklerine karar verilmesi ile mümkün olabilmektedir. Önceden endodontik tedavi hikâyesi olmayan endodontik vakalarda teşhis koyulurken pulpal teşhis ya da periradikular teşhis yeterli olmaktadır. İnatçı hastalıkların olduğu vakalarda ise teşhis pek açık değildir, çünkü hekim kısmen tedavi edilmiş kanallarla, bulunamamış kanallarla veya önceki tedavi ile ilgili diğer birçok problemlerle karşı karşıyadır. Çeşitli teşhis yöntemleri; subjektif bilgilerin toplanması, objektif bulguların oluşturulması ve bunların bir araya getirilmesi ile teşhis ve tedavi planlamasının yapılması amacı ile kullanılmaktadır.

Subjektif bulgular, hastaya sorulan sorular ve alınan cevapların dinlenmesi ile toplanmaktadır. Örneğin eğer rubber dam kullanılmadıysa ve durum önceki hekim tarafından bildirildiyse genellikle cerrahi olmayan tekrarlayan tedavi yaklaşımı yeterli olabilmektedir. Çünkü kanallar radyograf üzerinde estetik olarak doldurulmuş gibi gözükmese de rağmen, kontamine olarak kabul edilir. Teşhisi koyan hekim önceki tedavi ile ilgili olarak hastada negatif hisler oluşturabilecek, iletişimi azaltacak davranışlardan kaçınmalıdır. Bu yaklaşım o anki hekim için hastanın daha konforlu olmasını ve doğru tedavinin önerilebilmesini sağlamaktadır. İrite bir hasta, abartılı negatif duygusal durumda olacaktır, yeteri kadar dürüst olamayacaktır ve geçerli olan ve ilerisi için yapılacak tedavi planlarını kabul etmekte zorlanabilecektir. Eğer hasta önceki tedavi işlemi ile ilgili direkt bir soru soracak olursa, önceki hekimi küçümsemeden dürüst bir cevap yeterli olacaktır. Durumu dürüst ve kışkırtmadan anlatmak için hekim; ‘önceki hekiminiz dışinizle ilgili birtakım zorluklarla karşılaşmış. Bizim problemi çözmek için neler yapabileceğimizi görmek için izin verin.’ şeklinde bir cümle kurulabilir.⁵

Hastanın sağlık geçmişi ile ilgili bilgiler eksiksiz olarak derlendikten sonra, doğru teşiis elde etmek için bir sonraki aşama bütün objektif bulguları bir araya getirmektir. Klinik değerlendirme, ağız içi ve ağız dışı değerlendirme ve periodontal incelemeyi de içermektedir. Grsel değerlendirme, özellikle kök yüzeyindeki ince çatlaklar gibi hekimin çıplak gözle göremediği durumlarda genellikle büyütme ve aydınlatma ile desteklenmektedir. Dişeti çekilmesi sonucu dentin ve kazıma defekleri açığa çıkar ve sulkus aracılığı ile endodontik enfeksiyon geçiş yapabilir. Oklüzal aşınma varlığı, oklüzal travmanın göstergesidir ve diş kırılmalarına yol açarak teşiisi ve tedavi başarisını zorlaştırabilmektedir ve ileride tedavi sonrası hastalıklara neden olmaktadır.⁷

Radyografik değerlendirme zorunludur. Radyograflar, hekim için çok önemli bir yardımcı olmasına rağmen, teşiis kararı için asla tek dayanak değildirler. Endodontik etyolojinin belirlenmesinde bulmacayı oluşturan parçalardan sadece bir tanesidir.⁸ önceden endodontik tedavi gören vakalarda radyograflar, çürüklerin, defektli restorasyonların, periodontal sağlığın, dolgu kalitesinin, kayıp kanalların mevcudiyetinin değerlendirilmesinde, enstrümantasyona karşı engellemelerin, periradiküler patolojilerin, perforasyonların, fraktürlerin, rezorpsiyonların ve kanal anatomilerinin tespitinde oldukça yararlıdırlar. Radyograflar tam olarak ekspoz ve keskin, net görüntüye sahip olmalıdırlar. Dişi ve evre dokularını içermelidirler. Bukkal cisim daha fazla hareket eder kuralı kullanılarak birden fazla açılı filmler ile endodontik etyoloji değerlendirilebilmektedir.⁹ Bite-wing radyograflar periodontal kemik yksekliliğinin tespitinde ve çürük veya fraktürlerin bulunmasında yararlı olmaktadır.¹⁰

Pulpal ve periradikular durum hakkında objektif bulguların toplanması için bir sonraki aşama karşılaştırmalı testlerdir. Perküsyon,

ısıрма ve palpasyon en faydalı periradikular testlerdir.¹¹ Bu testler, endodontik teşhise ihtiyaç duyulduğunda büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte önceden endodontik tedavi gören dişlerin değerlendirilmesinde ise daha da büyük öneme sahiptir, çünkü bu tür vakalarda uyum gösterebilecek vital pulpa testleri uygulanamamaktadır. Eğer bir diş perküsyon hassasiyeti gösteriyorsa inatçı endodontik hastalığı olabilir fakat yakın zamandaki travma ya da oklüzal travma veya periodontal hastalıklar da bu tür bir hassasiyete neden olabilir.¹¹

Pulpa vitalite testleri, daha önceden endodontik tedavi görmüş dişlerin değerlendirilmesinde çok düşük bir değere sahiptir. Ancak eğer hastanın ana şikayetini açığa çıkaracaksa bu testler yapılmalıdır. Önceden kök kanal dolgulu dişlerde vital pulpa kaldığında, tamamen gözden kaçan kanal olduğunda veya doğru bir şekilde temizlenememiş kanal varlığında hasta sıcak veya soğuk hassasiyeti gösterebilmektedir.⁷ Komşu ve karşılıklı olan endodontik tedavi görmemiş dişlere de bu testlerin uygulanması ağrının lokalize edilme güçlüğüne ortadan kaldırmak için yararlıdır.

Pulpa vitalite testleri(elektrikli pulpa testleri, kavite testi, direk mekanik dentin stümilasyonu), önceden endodontik tedavi gören dişler üzerinde termal vitalite testlerine göre daha az değerlidir. Bunlar çoğu zaman mevcut restorasyon veya endodontik tedavi nedeniyle engellenmektedir.

Bütün teşhis bilgileri toplandığında kayıt altına alınıp hastada saklanması önemlidir. Çünkü bir başkası bu kayıtlara bakarak tedavi için klinisyenin gerekçesini görebilir.⁵

2.3. Guta Perkanın Uzaklaştırılması

Kök kanallarının doldurulmasında en fazla kullanılan materyal guta perkadır. Çeşitli teknikler kullanılarak guta perka ile kök kanal dolgusu yapılabilir.

Genel olarak guta perkanın uzaklaştırılması konusunda karşılaşılan zorluklar, önceki kök kanal dolgu tekniği ve kanal boyu, çapı, eğimi ve kanal içi konfigürasyonu gibi etkenlerden kaynaklanmaktadır. Tekniğe bakmaksızın, guta perka, ilerleyen bir şekilde ve periapikal dokulara irriganların kaçmasını önleyecek şekilde uzaklaştırılır. Kök, üç parçaya ayrıldığında ilk olarak koronal 1/3 uzaklaştırıldıktan sonra, orta 1/3 ve en son olarak apikal 1/3'lük kısım uzaklaştırılmaktadır. Kök kanallarından çeşitli guta perka uzaklaştırma yöntemleri vardır.¹³ Bunlar arasında döner enstrümanlar, ultrasonik enstrümanlar, ısı, el eğlerinin ısı veya kimyasallarla kullanımı, kağıt konilerin kimyasallarla kullanımı gibi yöntemler mevcuttur.¹⁴ Bu seçenekler arasından olgu için en ideal olanını belirlemede, işlem öncesi radyograflar, pulpa odasında kanal ağzlarını klinik olarak tesbit etmek için uygun girişin sağlanması ve klinik tecrübe önemlidir. Kesin olarak metodların kombine kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Uyum içerisinde, güvenli ve etkili şekilde, tamamen guta perka ve kanal patının uzaklaştırılması gerekmektedir.¹²

İlk başta, kanal ağzlarında pembe-turuncu nokta şeklinde görülen guta perka kolaylıkla tespit edilebilmektedir. Sert bir enstrüman ile bu bölge kazınarak emin olunmaktadır. Eğer guta perka içerisinde bir ısı taşıyıcısı yoksa koronal kısım ısıtılmış bir enstrüman ile uzaklaştırılır. Gates glidden frezleri de servikal bölgedeki guta perkanın uzaklaştırılması için kullanılmaktadır. Bu frezler yardımıyla kanal girişleri genişletilir ve bu bölgedeki kurvatürü ortadan kaldırarak apikal bölge için daha düz bir giriş

sağlanmış olurken, guta perkanın uzaklaştırılması için kullanılacak çözücü maddeler için bir rezervuar sağlanmış olur. Kanalin daha sonrası için eğeler ile kazıma yapılarak guta perka uzaklaştırılır. Eğer kanal zayıf doldurulmuşsa, kullanılan enstrüman guta perkanın yanından geçebilmektedir. Bu durumda çözücü kullanılmasına gerek yoktur. Ancak kanal sıkı bir şekilde doldurulmuşsa kök kanal dolgusunu yumuşatmak için çözücü kullanılmalıdır.⁵

2.3.1.Guta Perkanın Uzaklaştırılması İçin Kullanılan Çözücüler

Tekrarlayan tedavi sırasında guta perkanın yumuşaması ve uzaklaştırılması için çeşitli çözücüler önerilmiştir. Bunlar, kloroform, metilkloroform, ökaliptol, halotan, damıtılmış turpentin ve ksilendir.⁵ Bütün bu çözücüler çeşitli derecelerde toksiktir.^{15,16} Uzun yıllardır klinikte kullanılan ve gutta perkayı çözme etkisi daha üstün olan kloroform en fazla tercih edilen çözücüdür. 1976 yılında Amerika(US) Gıda ve İlaç Dairesi(FDA) ilaç ve kosmetik ürünlerde kloroform kullanımını karsinojenik etkisi olduğu gerekçesiyle yasaklanmıştır.¹⁷ Ancak dişhekimliğinde kullanımı ile ilgili olarak herhangi bir yasaklama bulunmamasına rağmen çeşitli alternatifler üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Kloroform dikkatli bir şekilde kullanıldığında güvenli ve etkili bir endodontik çözücüdür. Diğer tüm çözücüler ise daha az etkilidir. Ksilen ve ökaliptol guta perkayı daha yavaş çözmektedir ve sadece ısıtıldıklarında kloroformun etkinliğine ulaşabilmektedirler. Turpetin, kloroformdan çok daha toksiktir ve kullanım sırasında çok keskin kokusu vardır.¹⁵ Halotanın etkinliği bazı çalışmalarda kloroformla eşdeğer bulunmuştur,^{18,19} ancak çalışmaların çoğu halotanın guta perkayı uzaklaştırma süresinin klorofomdan daha uzun sürdüğünü bildirmişlerdir.²⁰ Yüksek maliyeti, uçuculuğu ve idiyosinkratik hepatik nekroz oluşturma potansiyeli nedeniyle guta perka çözücü olarak halotan

kullanımı pek tercih edilmemektedir. Metilkloroform daha az toksik olmasına rağmen, kloroforma göre çok daha az etkilidir.²¹

Kloroformun insan üzerindeki karsinojik etkisi kesindir. Ancak klinik kullanım sırasında dikkatli bir şekilde kullanılması ile toksik etkiden kaynaklanan riskler ortadan kaldırılabilir. Bu nedenle guta perkanın uzaklaştırılmasında çözücü olarak kloroform kullanılmaya devam edilmektedir.⁵

2.3.2.Guta-Perkayı Uzaklaştırmak İçin Kullanılan Nikel Titanyum Enstrümanlar

2.3.2.1. Protaper Retreatment Eğeleri:

Protaper retreatment eğeleri tekrarlayan kök kanal tedavilerinde kanal dolgusunu uzaklaştırmak amacı ile farklı aç, çap ve uzunluklara sahip eğelerden oluşan set halinde Dentsply/Maillefer tarafından piyasaya sürülmüştür. Sistem D1, D2, D3 olmak üzere 3 adet Ni-Ti döner eğeden oluşmaktadır;

- D1 eğesi 16mm uzunluğundadır. %9 koniklik açısına sahip, 30 numara eğedir. Eğenin uç kısmı dolgu maddesine kolayca girebilmesi için aktif olarak tasarlanmıştır. Sap kısmında bir adet beyaz şerit vardır.

- D2 eğesi 18mm uzunluğundadır. %8 koniklik açısına sahip, 25 numara eğedir. Sap kısmında iki adet beyaz şerit vardır.

- D3 eğesi 22mm uzunluğundadır. %7 koniklik açısına sahip, 20 numara eğelerdir. Sap kısmında üç adet beyaz şerit vardır.

D2 ve D3 eğelerinin uç kısımları kök kanal şeklini rahatça takip edebilmesi amacıyla yuvarlatılmıştır. Guta perka veya termafil gibi dolguların sökümünde dakikada 500-700 tur hızında, çinko oksit ojenol bazlı dolgu maddeleri için ise dakikada 250-300 tur hızı önerilmektedir.²²

2.3.2.2.R-Endo eğeleri:

Kök kanal dolgusunun uzaklaştırılması amacıyla özel olarak üretilmiş diğer bir eğe sistemi ise Micro-Mega firmasının ürettiği R-Endo sistemidir. Ege sistemi 5 eğeyi içermektedir. Üretici firma; eğelerin kullanıldıkları bölge için özel olarak üretildiğini, kök kanal dolgu materyalini etkili bir şekilde uzaklaştırabildiğini, kök kanalında çevresel temizleme yapabildiğini bildirmişlerdir. Ayrıca üretici firmaya göre kanalın başlangıçtaki şekline sadık kalılabildiğini, tekrarlanabilir sonuçlar elde edilebildiğini, tekrarlayan kök kanal tedavisi bitiminde rutin kullanılan doldurma teknikleri ile birlikte kök kanal dolgusunun yapılabildiğini, her bir eğenin farklı renklerdeki saplara sahip olmasından dolayı kolaylıkla ayırt edilebildiğini bildirilmiştir. Sistem içersindeki döner eğelerin dakikada 300-400 tur hızı ile çalıştırılması önerilmektedir. R-Endo eğe sistemine ait eğeler şu şekilde sıralanmaktadır;

- Rm el eğesi: %4 koniklik açısına sahip 25 numara paslanmaz çelik eğelerdir. 12mm kesici kısmı vardır. Kök kanal dolgu maddesinin sert tabakasını delmek için kullanılır.

- Re eğesi: %12 koniklik açısına sahip 25 numara Ni-Ti eğelerdir. Kesici kısmı 10 mm'dir. Kanal giriş kavitesinin duvarlarını düzleştirmek amacıyla kullanılır.

- R1 eğesi: %8 koniklik açısına sahip, 25 numara Ni-Ti eğelerdir. Kesici kısmı 8 mm'dir. Kronal 1/3'lük kısımdaki dolgu maddesinin kaldırılması için kullanılır.
- R2 eğesi: %6 koniklik açısına sahip, 25 numara Ni-Ti eğelerdir. Kesici kısmı 12 mm'dir. Orta 1/3'lik kısımdaki dolgu maddesinin kaldırılması için kullanılır.
- R3 eğesi: %4 koniklik açısına sahip, 25 numara Ni-Ti eğelerdir. Kesici kısmı 16 mm'dir. Apikal 1/3'lik kısımdaki dolgu maddesinin kaldırılması için kullanılır. R3 eğesi ile çalışma boyunca çalışılır.
- RS eğesi: %4 koniklik açısına sahi 30 numara eğedir. Kesici kısmı 12 mm'dir. İsteğe bağlı olarak bitirici eğe olarak kullanılır.²³

2.3.2.3 Mtwo retreatment eğeleri:

Tekrarlayan kök kanal tedavisinde kullanılmak üzere üretilen bir diğer kit ise WDV firmasının ürettiği Mtwo retreatment eğeleridir. Döner sistem ile kullanılan Ni-Ti eğelerdir. İki adet eğeden oluşmaktadır. Piyasaya her iki eğeden 3'er adet bulunan ambalajlar halinde sunulmuştur. Mtwo retreatment eğeleri 21 mm uzunluğundadır ve 16mm çalışma uzunluğuna sahiptir. Kırmızı şeritli eğe %5 koniklik açısına sahip 25 numara eğedir. Beyaz şeritli eğe ise %5 koniklik açısına sahip 15 numara eğedir.²⁴

2.4. Dişhekimliğinde Kullanılan Nikel Titanyum Alaşımları

NiTi alaşımı 1960 ların başında bir metalurjist olan W.E. Buehler tarafından Amerika Maryland'da Naval Ordnance Laboratuvarında manyetik olmayan, bozulmaya karşı korunaklı, sudan etkilenmeyen alaşımların araştırılması sonucu ortaya çıkarılmıştır. Bu intermetalik alaşımın termodinamik özellikleri incelendiğinde ısı işlemleri sırasında alaşımın şekil hafızası yeteneğine sahip olduğu görülmüştür. Alaşım Nitinol olarak isimlendirilmiştir.

Bu isimde Ni nikelden, Ti titanyumdan, nol ise Naval Ordnance Laboratory isminden gelmiştir. Nitinol ismi, nikel ve titanyumdan oluşan ve kendine özgü şekil hafıza ve süper elastik özelliklere sahip intermetalik alaşımların oluşturduğu gruba verilen bir isim olmuştur.

NiTi tellerin süper elastik davranışı demek, deformasyon öncesi orijinal şekillerine geri dönmesi anlamındadır. Paslanmaz çeliklerle kıyaslandığında daha fazla gerilime ve daha düşük elastik modülüne sahiptir. Eğri kanalların preperasyonu sırasında geleneksel alaşımlarda meydana gelen deformasyondan dolayı NiTi eğelerin kullanımı ve işlevini kolayca yerine getirmeleri büyük bir avantaj sağlamıştır.²⁵

2.4.1. Niti Alaşımların Metalurjisi

Kök kanal tedavisinde kullanılan NiTi alaşımlar ağırlıkça %56 nikel ve % 44 titanyum içermektedir. Bazı NiTi alaşımlara ise düşük oranda (%2) kobalt eklenmiştir. Sonuçta meydana gelen birleşim majör

komponentlerin birebir atomik oranıdır. Diğer metalik sistemlerde olduğu gibi kristallografik forma sahiptir. Bu alaşımların jenerik ismi ise 55-nitinoldür.

Ostenit fazdan martensit özelliğe geçişi sonucunda, kendine özgü iki özelliğe sahip olması klinik diş hekimliğinde ayrıcalık sağlamıştır. Bu özellikler şekil hafızası ve süper elastikiyettir.²⁵

2.4.2. Nikel Titanyumun Yapısı

NiTi alaşımın kristal yapısı yüksek derecede stabildir(100C) Kübik örgü yapısı ostenit faz veya ana faz olarak tanımlanır. Nitinol kritik değişim ısı derecesine soğutulduğunda karakteristik davranış sergiler. Alaşım, elektron bağlarındaki değişimler sonucunda elastik modülünde, akma dayanımında, elektrik direncinde değişiklikler meydana gelir. Isı derecesindeki düşüşler veya soğuma sonucunda kristal yapıda değişiklik meydana gelir. Buna martensitik değişim denir. Bu değişim değeri başlangıç ve bitiş ısısal değerlerini verir. Bu fenomen sonucu fiziksel özelliklerde değişiklikler olur ve şekil hafıza davranışını ortaya çıkarır.

Alaşım içerisindeki makaslama şeklinde oluşan değişim altıgen sıkı bir örgü yapısı oluşturur ve ikiz martensitik fazı meydana getirir. Çoğunlukla eksternal bir güç olmadıkça değişim makroskopik olarak tespit edilemez. Martensitik formda NiTi alaşımı ostenitik formdan daha yumuşak(şekil verilebilir) dır.

Deformasyon, ısıнын geri dönüşüm derecesinin üzerine kadar artırılması ile geri dönebilir. Bunun sonucunda alaşımın özellikleri yüksek ısı değerlerinde eski haline dönebilmektedir. Alaşım tekrar ostenit formuna ve stabil enerji durumuna döner. Atomların komşu düzlemler arasındaki total atomik hareketliliği kurulmuş örgü yapı varlığındaki atomlar arası mesafeden daha azdır. Bu fenomen şekil hafızası olarak isimlendirilmiştir ve atomların önceki pozisyonlarına dönmesi ile alaşımın önceki şekline dönmesine izin verir.²⁵

2.4.3. Stres Yüklenmiş Martensitik Transformasyon

Ostensitik fazdan martensitik faza değişim kök kanal preperasyonu gibi stres uygulamaları sonucu da meydana gelebilir. Bütün metallerde aşırı eksternal bir kuvvet geldiğinde mekanik yapı üzerinde kalıcı deformasyonlar oluşabilmektedir. Ancak NiTi alaşımlarda bu bozulma yerine stres yüklemesine bağlı martensitik transformasyon meydana gelir. Bu durum aşağıdaki olaylara neden olur;

*fazlar arası transformasyonlar sonucu hacimsel değişiklikler olur ve fazlar arasında bir uyum gelişir.

*martensitik transformasyondan dolayı kuvvet eklense bile sürekli deformasyon sonucunda artan stresin oranı düşer. Bunun sonucunda yapıda deformasyonla gözlenen sözde süper elastisite oluşur.

*kalıcı bir deformasyon meydana gelmeden stres azaldığında veya durduğunda springback meydana gelir. Springback ; spesifik ısı derecesinde ostenit fazla birlikte yükleme sırasındaki değişimin önceki şekle geri dönmesi olarak adlandırılan bir terimdir.

Nikel-titanyum alaşımların süper elastisitesi, ancak %8 gerilmedeki deformasyonların tamamen düzelebilmesine izin verir. Paslanmaz çelik gibi diğer alaşımlarda ise bu oran %1in altındadır. Altın-kadmiyum, nikel-niobiyum, çinko-bakır, çinko-alüminyum gibi alaşımların süper elastik davranışları olduğu bulunmuş olsa da nikel-titanyum biyouyumluluğu en fazla olan ve korozyona karşı oldukça dirençli bir alaşımdır.²⁶

Diğer bir ikinci grup Nitinol ise 60-Nitinol dür. Bu alaşımda nikel oranı artırılmıştır. %60 nikel içermektedir. Yüksek ısı işlemlerine tabi tutulmasına rağmen şekil hafıza etkisi düşüktür. Bütün 55 ve 60 Nitinol alaşımları, paslanmaz çelik, nikel-krom veya kobalt-krom gibi alaşımlardan daha dirençli, daha sağlam ve daha düşük elastik modülüne sahiptir.²⁵

2.4.4. Nikel-Titanyum Alaşımların Yapımı

NiTi alaşımların üretimi oldukça karmaşık işlemleri içermektedir. Bunlar; vakum eritme/dökme, presde dövme, döndürerek şekil vererek dövme, tel şeklinde sarma işlemleridir.²⁵

Geçmişte, NiTi alaşımlar sitokiyometrik kompozisyona yakın tüm bir arkta eritilerek yapıldı. Bu ark eritme ile üretilmesinde karşılaşılan problemlerden bir tanesi kimyasal homojeniteyi garanti etmek için yeniden eritmeye ihtiyaç duyulmasıdır. Şu an geçerli üretim için ise grafit potada vakum indüksiyon eritmesi kullanılmaktadır. Alaşım içerisinde oksit kirliliğinin bulunması 55-nitinolün kendine özgü özelliklerini etkilemez, bununla birlikte NiTi matriksi içine düzenli olarak dağıtılır.^{25,26}

Çift vakum eritme işlemi ile saf, kaliteli ve üstün mekanik özelliklere sahip alaşım elde edilebilmektedir. İşlenmemiş materyal vakum eritme indüksiyonundan önce dikkatlice formüle edilir. Bu işlemten sonra alaşımın kimyasal özelliklerini homojenitesini ve yapısını geliştirmek için yeniden vakum ark eritmesi uygulanır. Çifte eritme vakum uygulanan külçeler önce sıcak işleme tabi tutulur sonra soğuk işlem uygulanır, önceden belirtilen üretim şartnamesindeki şekil ve boyutlar verilir. Ortodontik ve medikal kullanım için alaşımlar düzgün veya çizilmiş yüzeylere sahiptir.

Nitinol üzerinde yapılacak sıcak ve soğuk işlemler kristalizasyon ısısı altında yapılabilir. Alaşımların kompozisyonu da üretim işlemleri açısından önemlidir. 55-nitinolün sıcak işlemleri 60-nitinolden daha kolay olmaktadır. Bazı NiTi alaşımları sıcak işlemlerin etkilerine karşı hassastırlar ve şekil hafıza ve elastik davranışları etkilenir. Fakat diş hekimliğinde kullanılan ve sitokiyometrik kompozisyona yakın alaşımlarda böyle bir etki görülmemektedir.

Gould nikel-titanyum alaşımların çalışma karakterlerini araştırmıştır ve aletin kaplanması, çalışma hızı, şekli, çalışma düzeni gibi özelliklerinde Nitinol üretiminin etkili olduğunu bulmuştur.²⁷ Özellikle bu alaşımlar karbid araçlarla yüksek hızda dönen çelik aletlerden 10-20 kez daha hızlı dönebilmektedir. Uygun alet ömrü elde etmek için yüksek klorlu kesme sıvıları ve bilemek için de silikon karbid diskler önerilmektedir.

2.4.5. Kök Kanal Aletlerinin Üretimi

NiTi endodontik aletlerin yapımı paslanmaz çelik aletlerin yapımından daha zordur. Burkma işlemine tabi tutulurlar. Alaşımın süper elastitesini, içindeki spirallerin kalıcı bir deformasyon olmadan işlevini

sürdürmesidir. Sarmal aletler için konvansiyonel yollara başvurulması sonucu enstrüman kırıkları meydana gelmektedir.

Endodontide kullanılan nitinolün içeriği %56 nikel ve %44 titanyumdur. Alaşımın süper elastik davranışlarını gösterebileceği tek alaşım kompozisyonu budur.

NiTi alaşımın iki farklı karakteri olan süper elastisite ve şekil hafıza özelliklerini alaşımın bileşiminde değişiklik yaparak arttırmak mümkündür. Alaşımlar arasındaki fark nikel içeriği ve ısı değişim derecesidir. Çeşitli parametreler değişim ısını etkilemektedir; nikel içeriği azaltılarak veya başka elementlerin nikel ile yer değiştirmesi ile değişim ısı düşerken tavlama ısısındaki artma ile değişim ısı artmaktadır. Kök kanal aletleri için ideal olan alaşımın en yüksek gerilme kuvvetinin ayrılmaya kopmaya dirençli olması iken gerilme parametrelerinin enstrüman esnekliği için uygun olmasıdır. Bu sayede kanal içindeki yer değiştirme azalır ve aletin yorgunluğa karşı direnç kazanması sağlanır.

Alaşım, üretilip kök kanal enstrümanı olarak kullanılmadan önce çeşitli işlemler geçirir. Aslında döküm işlerinde pres altında dövülerek, kalıpta yine basınç altında şekil verilerek tel çekilir. Bu tel daha sonra basınç altında şekil ve taper verilip sarılarak çeşitlendirilir.²⁵

2.4.6. Nikel Titanyum Alaşımlarının Kullanımı

Nitinol teli ilk kez anten üzerindeki diskin dik durmasını sağlamakta alaşımın değişim ısının üzerinde şekil verilip katlanılarak kullanılmıştır.²⁶

Duerig, NiTi alaşımların şekil hafıza özelliğini gruplandırmayı istemiş ve bu yöndeki birincil amaçları açısından tanımlamıştır;

i)Gözlüklerin çerçevelerinde serbest düzelme.

ii)Aircraftların hidrolik tüplerinin bağlanmasında ve elektrik bağlanmalarda kullanılan sınırlı düzelme.

iii)Elektrik ve termal erişim düzeneği yapımında.

iv)Ortodontik ark teli, rehber teller ve sütür iğnelerinin süper elastisitesi.²⁸

NiTi tellerin süper elastik özelliklerinin daha ileri kullanımları Stoeckel&Yu tarafından tanımlanmıştır.²⁹ Süper elastisite iso termal bir olaydır, insan vücudu gibi kontrol altındaki ısıda oldukça başarılıdır. NiTi teller ortodontik ark telleri, yayları olarak, Mammalok iğneleri olarak(göğüs tümörleri tespitinde), rehber teller sütür iğneleri gözlüklerin şakakda olan ve köprü parçalarında kullanılmaktadır.

2.4.7. Nikel-Titanyum Alaşımlarının Diş Hekimliğindeki Diğer Kullanım Alanları

NiTi alaşımlar, kronların dökümünde ve protez dişlerin yapımında kullanılmışlardır. NiTi alaşımların dental protez yapımında kullanımı ilk kez Civjan ve arkadaşları tarafından sunulmuştur.³⁰ Fosfatla

kuşatılmış 55-nitinol kullanmışlardır. Bununla birlikte tutucu barlarda, inlaylerde ve kronlarda kaba, kırılğan ve mekanik hafıza özelliğinden yoksun olduğu araştırtmacılar tarafından bildirilmiştir.²⁵

Döküm sırasında rutinde kullanılan materyallerle etkileşim sonucu alaşım kendi özelliklerini yitirebilmektedir. Titanyum yüksek sıcaklıklarda reaktiftir ve mekanik ve klinik özellikleri diğer materyalleri etkilemektedir.

Hasegawa NiTi alaşımı prefabrike post amacıyla kullanmıştır.³¹

İmplantların yapımında da NiTi alaşımlar kullanılmışlardır. Şekil hafıza özelliği düşünülerek endoosseöz implantların yapımında NiTi alaşımlar kullanılmıştır. Kimura ve Sohmura NiTi alaşım ve titanyum alaşımı üzerine Ti püskürterek nikel titanyum alaşımlarının kemiğe bağlanmasını geliştirmeye çalışmışlardır. Saf haldeki titanyum püskürtme sonrası biçimlenmiştir ancak tabakalar arasında çatlak ve %1lik NaCl de çözümler görülmüştür. Araştırtmacılar, daha sonra oksit bir film ile kaplayarak NaCl çözülmesini önlemeyi denemişlerdir ancak oksit filmin çözülmeyi çok az baskıladığını bulmuşlardır.³²

Sachdeva hastalara uygulanan 5000 implantın şekil hafıza özelliğini incelemiştir. Ayrıca hiçbir vakada Ni duyarlılığı gözlenmemiştir.³³

Oral cerrahide, Schettler NiTi alaşımın kemik çıkıntılarını desteklemede, mandibular transvers kırıkların bağlanmasında kullanılabileceğini bildirmiştir.³⁴ Şekil hafıza özelliği nedeniyle deformasyon

sonrası orjinal şeklini almaya çalışması ve yüksek sıkıştırma kuvveti sergilemesi, kullanımını düşündürmüştür.

Kuo ve ark. nikel titanyum alaşımları ortopedik cerrahide fallop tüpünü kenetlemek içi kullanmışlardır. Nitalloyun(56%nikel ve 44%titanyum) ortopedide kullanımı Nitinol ve diğer rutin aletlerle kıyaslanmıştır. Nitalloy yüksek elastik modülü, akma ve makaslama kuvveti, uzama ve yorulma limiti göstermiştir.³⁵

Miura ve ark. NiTi alaşımı cerrahi ortodontik tedavilerde kullanmışlardır.³⁶

2.5. Döner Ni Ti Enstrümanların Kırılabilirliği

Endodontik uygulamalarda klinisyenler rutin işlemler sırasında çeşitli istenmedik kazalarla ve engellerle karşılaşabilmektedir. Bu sorunlardan bir tanesi de kanal içerisinde enstrüman kırılmalarıdır. Kırık kök kanal enstrümanları arasında, endodontik eğeler, Gates glidden frezleri, spreaderlar yer almaktadır. Bu enstrümanlar NiTi, paslanmaz çelik veya karbondan yapılmış olabilirler. Kırılma genellikle, endodontik enstrümanın yanlış kullanımından ya da olması gerekenden fazla kullanılması sonucunda oluşmaktadır ve genellikle kök kanalının apikal 1/3'ünde görülmektedir.³⁷ Döner Ni-Ti kök kanal enstrümanlarının uygulama sırasında kırılma riski diğer enstrümanlara göre daha fazladır. Buna ek olarak, döner Ni-Ti enstrümanlarda kırılmalar herhangi bir uyarı olmaksızın meydana gelmektedir. Paslanmaz çelik eğeler ise enstrüman üzerinde oluşan bozulmalar ve lekeler ile klinisyeni uyarmaktadır. Ancak, döner Ni-Ti enstrümanların bozulmaları çeşitli büyütmelemler dışında genellikle gözle görülememektedir.³⁷

2.5.1 Sıklık

Genel klinik görüşlere bakıldığında döner Ni-Ti eğelerin kırılma sıklığı paslanmaz çelik eğelerden daha fazladır. Bu görüş, öncelikle kişisel görüşlere dayanmakla birlikte, invitro ve ex vivo çalışmalar ile araştırılmıştır.³⁸ Sattapan ve ark, uzman bir endodontist tarafından 6 aylık dönemde yapılan uygulamalarda 378 kullanılıp atılmış Quantec eğelerde %21 oranında kırılma sıklığı rapor etmişlerdir.³⁹ Daha geniş bir çalışmada dünya çapında 14 endodontistin kullanıp attığı 7159 döner Ni-Ti enstrümanda %5 kırılma sıklığına rastlanmıştır.⁴⁰ Alapati ve ark. 822 döner Ni-Ti enstrümanda %5,1 kırılma oranı rapor etmişlerdir.⁴¹ Arens ve ark. yeni döner Ni-Ti enstrümanları çeşitli zorluklardaki vakalarda 1 kez kullanmışlardır. 786 eğede %0,9 kırılma oranı bildirmişlerdir.⁴²

Birçok çalışmanın kullanılıp atılmış olan enstrümanlar üzerinde olmasına rağmen, bu çalışmalar kök kanalında kırılıp kalmış eğeler hakkında bilgi vermemektedir.³⁷ Bu çalışmalarda kanal içersinde kalan kırık eğeler ve bunların uzaklaştırılabilme oranı hakkında bilgi verememektedirler.³⁷ Çok az sayıda çalışma kök kanalında kalan eğeler hakkında bilgi vermektedir.³⁷ Paslanmaz çelik el eğeler hakkında yapılan çalışmalarda kalan kırık ege oranı yaklaşık olarak %0,7-7,4 arasında ve ortalama %1,6 olarak bildirilmiştir.^{43,37} Ni-Ti enstrümanlarla ilgili çalışmalarda ise klinik kırılma oranı %1,0 ortalama ile %0,4-3,7 arasında değişen oranlarda bulunmuştur.^{44-47,37} Klinik kanıtlara dayanarak Ni-Ti eğelerin kırılma oranı paslanmaz çelik eğelere göre daha az bulunmuştur. Unutulmaması gereken nokta şudur ki Ni-Ti eğelerin kırılmalarının nedenleri karmaşıktır ve birçok faktöre bağlıdır. En önemli etkenlerden birisi operatörün becerisi ve tecrübesidir.^{37,40,44,48,49}

2.5.2. Nikel Titanyum Enstrümanların kırılmalarına zemin hazırlayan nedenler:

Birçok vakada döner Ni-Ti aletlerin kırılmaları yanlış veya aşırı kullanımdan kaynaklanmaktadır.^{39,50} Döner Ni-Ti enstrümanların doğru kullanımları kırılmaların önüne geçmek için önemlidir. Ni Ti aletlerin kırılmalarına yol açabilecek çeşitli faktörler çeşitli başlıklar altında toplanmıştır.

2.5.2.1.Enstrüman tasarımı

Kesitsel alanlar ve eğe şekli, eğilme ve burkulma yüklemeleri sırasında enstrümanın kırılmaya karşı direncini etkilemektedir. Geniş çaplı enstrümanlar, daha ince çaplı olanlara göre bükülme yorgunluğuna daha kolay maruz kalmaktadır ve daha fazla içsel stres birikimi görülmektedir.⁵¹⁻⁵³ Miyai ve ark. bu durumun klinikte tam olarak böyle olamadığını göstermiştir.⁵⁴ Bu durum klinik durumu tam taklit edemediğinden veya alaşımın karakterinden kaynaklanabilmektedir. Bununla birlikte enstrüman çapı ve kesitsel alandaki artış burkulma yorgunluğuna karşı direnci arttırabilmektedir.⁵⁵⁻⁵⁷ Öte yandan başka bir ex vivo çalışmada kırılma sıklığı ile enstrüman tasarımı arasında bir fark bulunamamıştır.⁵⁸

Enstrüman dizaynının matematiksel modelleme ile değerlendirilmesinde U-şekilli tasarlanmış ve küçük kesitsel alana sahip enstrümanlar üçgen kesitli heliks tasarlanmışlardan daha esnek, ancak bükülme streslerine karşı daha zayıf bulunmuştur.^{59,60} Bununla birlikte üçgen kesitli Protaper eğelerindeki stres dağılımı U-şekilli Profile enstrümanlara göre daha iyi bulunmuştur. Protaper enstrümanlar eksternal kuvvetleri daha iyi elimine edebildiğinden daha fazla önerilmiştir.⁶⁰ Schafer ve ark. sıklıkla kullanılan beş farklı döner Ni-Ti enstrümanların kesitsel

alan ve esnekliklerini karşılaştırmışlardır. Çalışmaya göre Profile ve RaCe enstrümanlar daha esnek bulunmuşken, en fazla kesitsel alana sahip K3 eğeleri en sert olarak bulunmuştur.⁶¹

Enstrüman boyutu, taper, brand (marka) gibi tasarımla ilgili diğer faktörlerde kırılma üzerine etki gösterebilmektedir. Oluk alanları da kırılmayı etkilemektedir.⁶² ancak oluk kesici sap oranı (shank-flute ratio) taper ile birlikte kırılma üzerinde etki göstermemektedir.⁶³

2.5.2.2. Üretim aşaması

NiTi alaşımın yapım aşamasındaki oksit parçaları gibi çeşitli eklentilerin metal içerisine girmeleri zayıflık sınırını aşağı çekmektedir. Döner NiTi enstrümanlardaki çeşitli boşluklara alaşımdan ayrılan küçük miktarlardaki oksijen, nitrojen, karbon ve hidrojenin neden olduğu düşünülmektedir.^{41,64} Sonrasında kırılmalar bu sınırlar içerisinde olmaktadır. Ayrıca döner NiTi enstrümanların üretim ve mekanik işlemleri sırasında enstrüman yüzeylerinde frezlemeye bağlı oluklar, çok sayıda çatlaklar, pitler meydana gelebilmektedir.^{37,41} Bu düzensizlikler daha önce atomik kuvvet mikroskobu ile yapılan topografik çalışma ile de gösterilmiştir. Çalışmada daha geniş açılı enstrümanlarda daha fazla düzensizliklere rastlanmıştır.⁶⁵ Bu bölgeler klinik kullanım sırasında stres birikim ve çatlakların başladığı alanlar olarak rol oynar.^{66,67} Çatlakların yönü genellikle enstrümanın uzun aksına dik olmaktadır fakat çatlakların pitlerin olduğu bölgelere doğru daha çok yayılım gösterdiği de bildirilmiştir.^{41,55} Bazı aksiyal çatlaklar bükülmeye bağlı oluşan makaslama stresiyle oluşabilmektedir.

Alapati ve ark.ları yaptıkları çalışmalarında, döner nikel-titanyum enstrümanlardaki üretim aşamasında oluşmuş çukurlar ve

çatlakların klinik kullanım sonrasında dentin debrisine gömülmesi ile daha fazla genişlediğini ve bu çatlakların kama(wedging) etkisi ile bu bölgelerden ilerlediğini bildirmişlerdir.⁶⁸ Ancak bu çalışmada SEM uygulamasından önce debrisi uzaklaştırmak için tek başına endodontik enstrümanları temizlemek konusunda güvenilir olmayan etanol içeren ultrasonik sistemler kullanılmıştır. Endodontik enstrümanları güvenilir olarak temizlemek için kimyasal ve mekanik aşamalar içeren protokoller gereklidir. Daha da önemlisi, dentin parçalarının karbon ve sülfür birikimlerine bağlanması söz konusudur ve bu da temizlenme sırasında kullanılan lubrikasyon yağının bozulmasına ve oksidasyonuna yol açar. Ek olarak Borgula etanol ile ultrasonik kullanımının mevcut enstrüman üzerindeki mevcut debrisin uzaklaştırılmada zayıf olduğunu ve daha etkili bir protokole ihtiyaç duyulduğunu bildirmiştir.⁵⁵

X-ray difraksiyon analizi, mikrosertlik testleri ve differensiyal tarama kalorimetre testleri, üretim aşamasında fazla kullanılan eğerlerde kırılmaya eğilimli alanların oluştuğunu doğrulamıştır.^{67,69} Gerilme ve sıkıştırma gibi çeşitli rezidüel stresler, işlenen alanlarda daha sıktır ve materyal yorgunluğunda etkisi daha fazladır.⁷⁰ Ek olarak, kullanım sırasındaki sürekli yüklemeler ve boşalmalar, alaşımda ostenitik ve martensitik fazlar arasında tekrarlanan dönüşümlere yol açar. Bu durum da enstrümanın mekanik özellikleri üzerinde zararlı değişimlere yol açar. Ni-Ti alaşım kompozisyonundaki küçük değişimler mekanik özellikler üzerinde büyük değişimlere yol açabilmektedir.⁵⁴

İyon implantasyonu, eğe yüzeyini modifiye etmek için hazırlanmış bir metod olup daha dirençli yüzey sağlarken, bor implantasyonu paslanmaz çelikten daha sert bir Ni-Ti yüzeyi meydana getirmektedir.^{66,71,72} Çeşitli implantasyon teknikleri, üretici firmalar tarafından maliyeti arttırdığından rutinde uygulanmamaktadır.

Elektroliz yolu ile parlatma, döner Ni-Ti enstrümanların güçlerini geliştirmek amacı ile bazı üretici firmalar tarafından uygulanan diğer bir yöntemdir ve metallerin yüzey bitimleri sırasında uygulanan kontrollü bir kimyasal işlemdir.⁷³ Bu işlemde anot rolü üstlenen alaşım, eksi yüklü anot olan elektolitik bir solüsyona daldırılmaktadır. Solüsyondan geçen düşük akım ile, yüzeydeki çıkıntılı defektli alanların uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Elektroliz yolu ile parlatma ile yüzeydeki defektli alanlar azalmaktadır, ve araştırma verilerine göre kırılmaya daha dirençli daha pürüzsüz döner Ni-Ti yüzeyleri ortaya çıkmaktadır.⁵⁵ Elektroliz yolu ile parlatılmış enstrümanlarda kırılmadan önceki dönme sayısı, elektroliz yolu ile parlatma uygulanmamış enstrümanlara göre daha fazladır, fakat bükülme direncinde farklılık yoktur. Yine de elektroliz yolu ile parlatma yapılmış enstrümanlarda da yüzey defektleri nadirde olsa görülebilmektedir.

2.5.2.3. Enstrüman kullanımının dinamiği

Hangi enstrümanın ne kadar hızlı kullanılması gerektiği konusu, kırılmaya kadar olan dönme sayısını etkilemiyor gibi gözükmemektedir ancak yüksek hızlarda kullanım kırılma öncesindeki maksimum tur sayısına daha çabuk ulaşılmasını sağlamaktadır.^{74,75,76} Bazı araştırmacılar, diğer çalışmaların aksine^{37,75,76,77} enstrümanın dönme hızının eğenin kırılma sıklığını etkilemediğini bildirmişlerdir.^{78,79} Bu durum, farklı deney ortamlarından, farklı operatörler ve farklı enstrüman tiplerinin kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla hızın kırılma üzerine etkisi kesin değildir.

Hava ile çalışan veya elektrikli motor kullanımının enstrüman kırılmaları üzerine etkisi arasında bir fark yoktur.⁸⁰ Ancak düşük torklu bir

elektrik motorunun kullanımı klinikte daha az hasara yol açacaktır ve dönmeye bağlı oluşan yorgunluk riskini azaltacaktır.⁸¹ Bunun yanında, Berutti ve arkadaşları döner Ni-Ti enstrümanların yüksek torklarda daha iyi çalıştığını ve auto-reverse özelliği olan motorlarda düşük torklarda kullanımının gereksiz yere stres birikimine neden olduğunu ve enstrümanın ömrünü kısalttığını bulmuşlardır.⁸²

2.5.2.4. Kanal şekli

Kanal içerisinde kurvatürün en fazla olduğu yerde eğim fazladır ve dönmeye bağlı kırılma stresi fazladır.⁵¹ Eğeler kurvatür yarıçapının düştüğü veya kurvatür açısının arttığı yerde çok daha az rotasyonla kırılabilmektedir.^{74,75} Kurvatür yarıçapının azalmasıyla enstrümanın bükülmeye bağlı kuvvetlere karşı direnci de azalmaktadır.^{83,84} Bu doğrultuda, kompleks bir anatomiye sahip dişin enstrümantasyonunda bükülmeye bağlı başarısızlıklar ortaya çıkmaktadır.^{85,86}

2.5.2.5.Preperasyon/enstrümantasyon tekniği

Kanal preperasyonu sırasında kilitleme ve klik sesi enstrümantasyonun bağlanma ve tekrar serbest kalmasından kaynaklanmaktadır. Bu durumda enstrüman, bükülmeye bağlı yüksek streslere maruz kalır.⁸⁷ Schrader ve Peters çeşitli enstrümantasyon serilerinin ve farklı açılı enstrümanların kullanımının bükülme ve yorulmaya bağlı başarısızlıkları azalttığını ve büyük açılı enstrümanların kullanılması gerektiğini bulmuşlardır.⁸⁸ enstrüman ile kök kanal duvarları arasındaki teması azaltacak şekilde enstrüman dizaynı, enstrüman kullanımı için gerekli vertikal yüklemeyi azaltacaktır.⁸⁷

Döner Ni-Ti enstrümanlar kullanılmadan önce el eğeleri ile yapılan preflaring işlemi ve kayganlaştırıcı kremlerin kullanımı döner Ni-Ti enstrüman kırılma oranını oldukça azaltmaktadır.^{82,89}

2.5.2.6. Kullanım sayısı

Yorulan enstrümanlar, eğimli alanlarda çalıştığında kırılabilmekte veya dönmeye bağlı yorgunluk dirençleri düşmektedir.⁵¹ Svec ve Powers tek kullanımdan sonra bile bütün enstrümanlarda anlamlı derecede bozulmalar saptamışlardır.⁹⁰ Bununla birlikte, diğer çalışmalarda on kez kullanım yada dört kez molar dişin preperasyonu sonunda NiTi enstrümanlarda kırılma insidansında artış olmadığı bildirilmiştir.^{91,92,93} Ek olarak, NiTi enstrümanların kullanım sayısı ile kırılma sıklığı arasında korelasyon bulunamamıştır.⁴⁰ Dolayısıyla bu çalışmaların sonuçlarının birbirleri ile uyumlu olmaması sonucunda, önerilebilecek kullanım sayısına enstrüman tipine, kanal morfolojisine ve klinisyenin tecrübesine göre karar verilmelidir.

2.5.2.7. Temizleme ve sterilizasyon işlemleri

Sterilizasyon işlemlerinin enstrümanların kırılma direncini etkilediği konusu tam olarak kesinlik kazanmamıştır. Sterilizasyon NiTi enstrümanların kırılmasında önemli bir faktör olarak görülmemektedir.³⁷

NiTi enstrümanların korozyonu mekanik özelliklerini etkileyip kırılmalarını kolaylaştırmaktadır. Ancak NaOCl için bu durum farklıdır. NaOCl, kök kanal irrigasyonu, enstrümantasyon sırasında lubrikant olarak kullanıldığı gibi enstrümanların temziliğinde de kullanılmaktadır. NaOCl, kırılma torkunu ve esnemeye bağlı yorgunluk devir sayısını anlamlı olarak

azaltmamışken, enstrüman yüzeyinde pit oluşumuna ve çevresel korozyona neden olmaktadır. Benzer olarak Haikel ve ark. yaptıkları çalışmalarında NaOCl'in enstrümanın mekanik özelliklerini ve kesme etkinliğini etkilemediğini bildirmişleridir.⁹⁴ %5-5,25 NaOCl, enstrüman üzerinde ölçülebilir korozyona neden olmaktadır.⁹⁵

2.6. Sodyum Hipoklorit

Sodyum hipoklorit(NaOCl) yıllardır en fazla kullanılan irrigasyon solüsyonu olmuştur. Modern tıp alanında kullanımı 1915 yılında Dakin tarafından önerilmiştir ve %0,5'lik NaOCl solüsyonunun enfekte dokuların debridmanında kullanılabileceği bildirilmiştir.⁹⁶

NaOCl; bakteriler, sporlar, mantarlar ve virüslerin ortadan kaldırılmasında etkilidir. Geniş antimikrobiyal spektrumu vardır. %1'den %5,25'e kadar çeşitli konsantrasyonlarda kullanılmaktadır ve bütün konsantrasyonlarda etkili antimikrobiyal aktivite göstermektedir.⁹⁷

Dar kanallarda eğer NaOCl mikroplar ile temas edemezse antimikrobiyal etkisi gerçekleşmemektedir. Bu durum invivo çalışmaların, invitro çalışmalarla uyumlu olmamasının nedeni olarak gösterilmektedir. In vitro çalışmalar %1'den %5'e kadar NaOCl konsantrasyonlarında mikroorganizmaların kanallardan tamamen elimine edildiğini bildirirken, invivo çalışmalarda NaOCl'nin başarısı, kanal preperasyonu ile debrisin uzaklaştırılmasına, kök kanalının genişletilmesi ile solüsyonun apikal bölgeye ulaşabilmesine bağlıdır.⁹⁸

NaOCl genellikle %5,25'lik konsantrasyonda kullanılmaktadır. Doku çözücü özelliği ve antimikrobiyal etkinliği ısı artışı ile artmaktadır. Cunningham %2,6 ve %5,25'lik solüsyonların 37derecede

eşit etkinlik gösterdiğini bildirmiştir.⁹⁹ Ph'ın düşmesi ile birlikte etkinlik artmaktadır fakat ph 9'dan daha düşük olduğunda NaOCl unstabil olmaktadır ve vital dokularda toksisitesi artmaktadır. Ph derecesi 11-12.5 arasında olan tamponlanmış NaOCl stabilite için uygundur.⁹⁷

Dentinin predentin tabakasında NaOCl doku çözücü özellik göstermektedir. Bazı çalışmalar %5,25'lik NaOCl konsantrasyonunun daha iyi nekrotik doku çözücü özellik gösterdiğini bildirirken, bazı çalışmalarda ise %1'lik konsantrasyonla aralarında fark bulunamamıştır.¹⁰⁰

NaOCl'nin uygulama ve temas süresi çözücü etkisinde rol oynamaktadır. Dolayısıyla düşük konsantrasyonlar 1 saati aşan uygulamalarda yeterli performans gösterebilmektedir. Guta perka konları, %1'lik NaOCl konsantrasyonlarda 1 dakikada, %0,5'lik konsantrasyonlarda 5 dakikada dekontamine olabilmektedir.⁹⁸

2.7. Guta-Perka

Gutta perka diş hekimliğindeki en eski materyallerden biri olmasına rağmen günümüzde en fazla kullanılan kök kanal dolgu materyalidir. Guta perkanın tarihi, 19.yüzyılın sonlarında diş hekimliğine girişinden daha öncesine dayanmaktadır. 1656'da İngiliz John Trandescant akça ağaç ile ilgili yazısında farklı şekiller alabilen bükülebilir bir materyal olarak gutta perkadan bahsetmiştir.¹⁰¹

1843'de Dr. Jose D'Almeida Asya Kraliyet Birliğinde gutta perkadan bahsetmiştir. 1848'de bu inceleme ile esneklik özelliği, ısı ile şekil verilebilmesi ve soğuk suda sabit boyutta kalabilmesi gibi özellikleri sayesinde su altındaki telgraf tellerinde başarılı bir yalıtım maddesi olarak

kullanılabileceği bildirilmiştir. 1850'lerde iplik, cerrahi malzeme, giyim eşyaları, eldiven, pipo, harita, çadır ve halı gibi ürünlerde guta perka kullanılmıştır. 'Gutties' olarak isimlendirilen guta perkadan yapılan golf topları 1920'lerde yaygın olarak kullanılmıştır.¹⁰¹

Üretim alanında guta perkanın çekiciliği başlangıçtaki özellikleri sayesinde popüler olmasına rağmen kısa sürmüştür. Plastik özelliğinin belli derecelerde kısmen elde edilebilmesi ile sayısız üründe kullanılabilmesine izin vermesine karşın ısı değişiklikleri karşısında boyutsal stabilitenin eksikliği ile karşılaşmıştır. Sadece golf topları ve diş hekimliğindeki kullanım alanları 20. yüzyıla kadar sürmüştür.⁹⁸

Guta perka Connecticut'lı dişhekimisi Dr. AsaHill ile diş hekimliğine girmiştir. 1847'de araştırmaları sonucu, Hill dolgusu olarak isimlendirilen gutta perka, kireç karbonatı ve kuartz karışımı ile plastik restorasyon materyali elde edilmiştir. 1867'de, Dr. G.A. Bowman kök kanallarının doldurulması amacıyla guta perkanın kullanılabileceğini bildirmiştir. 1887'den itibaren S.S. White gutta perka konlarının üretmeye başlamıştır.⁹⁸

Guta perka, Malezya, Endonezya ve Brezilya'da sapodilla ailesine ait ağaçların özünden üretilmektedir. 1942'de C.W.Bunn guta perkanın kristalize formunun iki formu olduğunu bildirmiştir; alfa faz ve beta faz. Alfa faz ağaçtan elde edilen guta perkanın doğal formudur. Eğer 65 derece üzerine ısıtılırsa, amorf faza geçmektedir. Eğer amorf materyal çok yavaş bir şekilde soğutulursa (saatte 0,5 derece) tekrar alfa faz olarak yeniden kristalleşir. Eğer daha hızlı soğutulursa beta faz olarak kristalleşir.⁹⁸

Beta faz, guta perkanın endodontik kullanımı için hazırlanan formudur. Dental guta perka, guta perkanın sadece %20'sini içermektedir. Çinko oksit dental guta perkanın %75'ni oluşturmaktadır. Diğer içeriğini ise radyo opasite sağlamak için metal sülfatlar, mum ve reçine oluşturmaktadır. Kesin oranlarını üretici firmalar genellikle bildirmese de, içeriğin dörtte biri guta perka, mum, reçine gibi organik maddeler, dörtte üçü ise çinkooksit ve metal sülfat gibi inorganik içerikler tarafından oluşmaktadır.¹⁰²

Gutta perka konları, üretici firma tarafından ışın ile sterilizasyon sonrasında hazırlanmaktadır. Kullanım sırasında ise %5,25'lik sodyum hipoklorit içerisinde 1 dakika bekletilmesi ile sterilizasyon sağlanabilmektedir. Gutta perka, klorofom, ökaliptol, haloten ve ksilen gibi organik çözücüler ile çözülebilmektedir.

Guta perka tek başına hermetik olarak kanalı tıkayamamaktadır çünkü adeziv özelliği bulunmamaktadır. Kanal ve guta perka arasında tıkama sağlayacak bir dolgu materyaline ihtiyaç duyulmaktadır. Guta perka kanal içerisine sıklıkla çeşitli tipteki kondensasyon basınçları ile uygulanmaktadır. Spreader yardımı ile lateral kondensasyon yada bir plugger ile vertikal baskı ile kondensasyon sağlanabilmektedir. Bütün bu metodlar çeşitli şekillere sahip kanallarda guta perkanın tam olarak adaptasyonunun sağlanması için uygulanmaktadır.⁹⁸

Guta perka, hava ile teması veya ışığa maruz kalması, ısı altında kalması ile kırılğan ve bozuk bir hal alabilmektedir. Bu, konların oksidasyonu nedeniyle ve beta fazından doğal alfa fazına geçmesi sonucu olabilmektedir. Guta perkanın soğutulması raf ömrünü uzatmaktadır.⁹⁸

Guta perkanın biyoyumluluğu, sitotoksisite, mutagenite, aşılama ve kullanım testleri ise incelenmiştir. Testler sonucunda guta perkanın biyoyumlu bir kök kanal dolgu materyali olduğu bildirilmiştir. Endodontik dolgularla kıyaslandığında guta perka daha az toksisite göstermiştir.⁹⁸

2.8. Atomik Kuvvet Mikroskobu

Nanoyapıların gözlenebilmesi yani atomik boyutta ilk görüntülerin alınması 1981'de Binning ve Rohrer tarafından icad edilen Taramalı Tünelleme Mikroskobu (Scanning Tunneling Microscopy, STM) ile sağlanmıştır. Araştırmacılar bu buluşları ile 1986 yılında Nobel Fizik ödülünü almışlardır.¹⁰³ Ancak, STM sadece iletken örneklerle ait ölçümlere imkân sağladığından, iletken olmayan örneklerden de görüntü alma ihtiyacı duyulması ile Atomik Kuvvet Mikroskobu (Atomic Force Microscope, AFM) geliştirilmiştir. Atomik kuvvet mikroskobu (AFM) 1986'da Gird Binnig, Calvin F. Quate ve Christopher Gerber tarafından icat edilmiştir.¹⁰³

AFM, elektronik, biyoloji, kimya, otomotiv, uzay bilimi, tıp gibi alanlarda sıvı veya katı maddelerin yüzeyini analiz etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu maddeler; çeşitli kaplamalar, seramikler, kompozitler, camlar, yapay biyolojik zarlar, metaller, polimerler ve yarı iletkenlerdir. AFM aşınma, bağlanma, temizleme, korozyon, asitleme, sürtme, yağlama, kaplama ve parlatma çalışmalarında kullanılır. Nanometre (nm) seviyesinde, topoğrafik bir yüzey görüntüsü elde etmede ve moleküller arası kuvvetleri (nN, pN) ölçmede kullanılan bir sistemdir.¹⁰⁴

AFM'nin genel çalışma prensibi bir mikro tutucuya bağılı olan nano ucun düz yüzeye sabitlenmiş bir örneğin yüzeyinde yapılan tarama şeklinde tanımlanabilmektedir. Bir lazer ışını tutucu kol (cantilaver) üzerinden yansıtılmaktadır. Tutucu koldaki yukarı ve aşağı yöndeki sapmalar ile lazer ışınındaki yansımalar hassas bir foto sensör tarafından okunmaktadır.¹⁰⁵

Çeşitli sayılarda AFM görüntüleme modları mevcuttur. Bu modlar örnek yüzeyinde ucun hareket etme şekline göre farklılık göstermektedir. Kontakt mod olarak adlandırılan modda tutucu kol üzerindeki uç sürekli temas eder ve lateral kuvvetlerden etkilenmektedir. Tapping mod gibi dinamik modlarda ise titreşim şeklinde salınan uç yüzey üzerinde tarama yapmaktadır. Bu modun avantajı özellikle yumuşak materyallerde olmak üzere lateral kuvvetlerin elimine edilerek daha net sonuçlar alınmasıdır.¹⁰⁶

2.8. Tarama Elektron Mikroskobu (SEM) Ve Enerji Dağılımlı X-Işını Spektroskopisi(EDX)

Taramalı elektron mikroskobu ilk olarak 1965 yılında biyolojik problemlerin çözümleri için geliştirilmiştir. Yıllar boyunca geliştirilen SEM günümüzde birçok alanda yapılan araştırmalara hizmet etmektedir. Sanayinin değişik kollarında hata analizlerinde, biyolojik bilimlerde, tıp ve kriminal uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Taramalı Elektron Mikroskobunda (SEM) görüntü, yüksek voltaj ile hızlandırılmış elektronların numune üzerine odaklanması, bu elektron demetinin numune yüzeyinde taratılması sırasında elektron ve numune atomları arasında oluşan çeşitli girişimler sonucunda meydana gelen etkilerin uygun algılayıcılarda toplanması ve sinyal güçlendiricilerinden geçirildikten sonra bir katot ışınları tüpünün ekranına aktarılmasıyla elde

edilir. Modern sistemlerde bu algılayıcılardan gelen sinyaller dijital sinyallere çevrilip bilgisayar monitörüne verilmektedir.¹⁰⁷

Taramalı elektron mikroskobu ile Enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi çalışmaları yapılabilmektedir. İncelenen materyalin kimyasal kompozisyonu ve elemental analizleri yapılabilmektedir.¹⁰⁷

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Kök kanal dolgusunun uzaklaştırılmasından sonra eğelerin yüzeylerinde meydana gelebilecek özelliklerin incelemesi

3.1.1 Örneklerin hazırlanması

Çalışma için 24 adet çekilmiş insan üst birinci büyük azı dişi seçildi. Seçilen dişlerde düz uzun palatinal köklerin olmasına ve ışık mikroskobu altında incelendiğinde kırık ve çatlak bulunmamasına dikkat edildi. Dişlerin palatinal kökleri, kök boyutları 13mm olacak şekilde mine-sement sınırından karbon separe (Dentorium, USA) ile su soğutması altında kesildi. Kök kanallarının düz olmasına dikkat edildi. Radyografik kontrolleri yapıldı. 15 numara K tipi eğe ile çalışma boyutu kök ucundan 0.5mm kısa olacak şekilde belirlendi. Kök kanalları, Protaper döner eğe seti (Dentsply, Maillefer, İsviçre) ile Mtwo silver endodontik motor (VDW, Münih, Almanya) kullanılarak 300rpm hızında 2% NaOCl irrigasyonu altında son preperasyon F3 olacak şekilde genişletildi (şekil 3.1). Son preperasyon sonrasında 2% NaOCl 17%'lik EDTA ile yıkandı. Kağıt koniler ile kurutuldu. Kanallar guta perka kök kanal dolgu materyali (Sure-Endo, Sure Dent Corp., Seoul, Kore) ve AH26 kök kanal dolgu patı (Dentsply, DeTrey, Konstanz, Almanya) ile soğuk lateral kondensasyon tekniği kullanılarak dolduruldu. Kanalların girişleri kompozit rezin dolgu materyali (Ivoclar / Vivadent Inc., Schaan / Liechtenstein) ile örtüldü. 100% nemli ortamda 2 ay boyunca bekletildi.



Resim 1: Mtwo silver endodontik motor

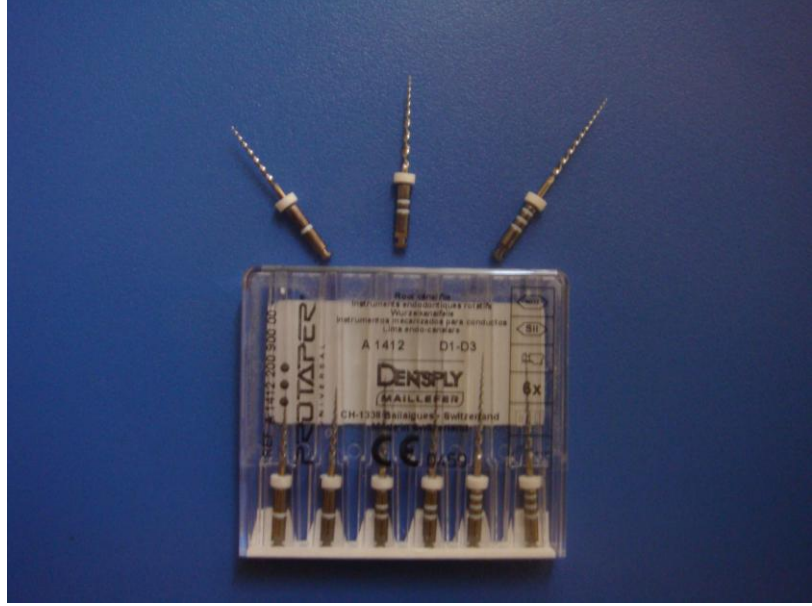
3.1.2. Kök kanallarının boşaltılması

Kök kanallarının boşaltılması için 3 farklı markaya ait tekrarlayan kök kanal tedavilerinde kullanılmak üzere üretilen retreatment eğeleri kullanıldı (Tablo 3.1).

-Protaper retreatment (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) (Şekil 3.2)

-R-endo (Micro–Mega, Besançon, France) (Şekil 3.3)

-Mtwo retreatment (VDW, Munich, Germany) (Şekil 3.4)



Resim 2: Protaper retreatment eğeleri



Resim 3: R-endo eğeleri



Resim 4: Mtwo retreatment eğeleri

Tablo 1: Çalışmada kullanılan eğeler

Protaper retreatment	D1(30/.09 taper)	D2(25/.08 taper)	D3(20/.07 taper)
R-endo	R1(25/.08 taper)	R2(25/.06 taper)	R3(25/.04 taper)
Mtwo	15/.05 taper	25/.05 taper	

Çalışmada 3'er adet protaper retreatment eğe seti, R-endo eğe seti ve Mtwo retreatment eğeleri kullanıldı. Birer adet protaper retreatment eğe seti, R-endo eğe seti ve Mtwo retreatment eğeleri kontrol örnekleri olarak kullanıldı.

Birer adet protaper retreatment eğe seti, R-endo eğe seti ve Mtwo retreatment eğeleri ise 3'er kez kullanılmak üzere seçildi. Her bir markaya ait eğeler 3'er adet kökün kök kanal dolgusunu boşaltmak için kullanıldı.

Kalan 1'er adet protaper retreatment eğe seti, R-endo eğe seti ve Mtwo retreatment eğeleri ise 5'er kez kullanılmak üzere seçildi. Her bir markaya ait bu eğeler 5'er adet kökün kök kanal dolgusunu boşaltmak için kullanıldı.

Gates glidden frezleri ile 2mm'lik koronal kısım boşaltıldı. Hazırlanan boşluğa 0,5ml kloroform solüsyonu pamuk pelet yardımıyla uygulandı ve retreatment eğeleri %2 NaOCl irrigasyonu ile birlikte uygulanmaya başlandı.

Kanal boşaltma işlemi eğe setleri için şu şekilde yapıldı;

a)Protaper retreatment eğeleri:

Koronal 1/3'lk kısım D1 eğe ile uzaklaştırıldı. Orta l için D2 eğe kullanıldı. Apikal üçlüde ise D3 eğe kullanıldı.

b)R-endo:

Koronal 1/3'lk kısım R1 eğe ile uzaklaştırıldı. Orta l için R2 eğe kullanıldı. Apikal üçlüde ise R3 eğe kullanıldı.

c)Mtwo retreatments(Mtwo R):

Koronal 1/2lik kısım için 25/05 taper eğe kullanıldı. Apikal 1 /2 için ise 15/05 taper eğe kullanıldı.

Her kanal boşaltma işleminden sonra eğelerin yüzeyleri ultrasonik temizleyicide temizlendi ve 121 derece de 20 dakika süre ile otoklavda steril edildi. Eğelerin apikal 3mm'lik kısmı karbon separe ile kesildi.

3.1.3. Atomik kuvvet mikroskobu deneyi

Çalışmada AFM analizleri için İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Malzeme Araştırma Merkezindeki Multi Mode SPM Nanoscope IV (Veeco Ins., Santa Barbara, CA) cihazı kullanıldı.(Şekil 3.5.) Bütün eğe setlerine ait örnekler AFM deneyi için AFM cihazına yerleştirildi. AFM 5µmX5µm alanda her bir örnekte 11 farklı noktadan olmak üzere tapping (non-kontakt) mod için uygun olan silikon nitrit uçlar(APPNano Ins., Santa Clara,USA) kullanılarak tarama yapıldı. Üç boyutlu analiz görüntüleri, sayısal karşılaştırma için root mean square (RMS) ve tarama alandaki en derin ve en yüksek bölgenin farkını ortaya koyan Depth analiz verileri elde edildi.

3.1.4. Tarama elektron mikroskobu deneyi

Tarama elektron mikroskobu (SEM) deneyi için Orta Doğu Teknik Üniversitesi Merkez Laboratuvarındaki QUANTA 400F Field Emission SEM cihazı kullanıldı.(Şekil 3.6.) AFM deneyi için kullanılan örnekler tarama elektron mikroskobu cihazına yerleştirildi. Farklı bölgelerden X65, X200, X400, X600, X800 ve X1200 büyütmelemlerde görüntüler alındı.

3.1.5. EDX deneyi

SEM cihazına yerleştirilen örneklerde her bir örnekte 10 farklı noktada olmak üzere EDX analizi yapıldı. Mevcut elementlerin oranları hakkında veriler elde edildi.



Resim 5: Atomik Kuvvet Mikroskobu, İYTE Malzeme Araştırma Merkezi



Resim 6: Tarama Elektron Mikroskobu, ODTÜ Merkez Laboratuvarı

3.1. Sodyum hipoklorit solüsyonunun eğeler üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi

Deney için 1'er adet D1 protaper retreatment eğesi R1 R-endo eğesi ve 25/05 Mtwo retreatment eğesi kullanıldı. Eğelerin apikal 3mmlik kısımları kesildi. %2 NaOCl solüsyonunda 5 dakika süre ile bekletildi. Solüsyonda bekletilen eğeler daha sonra distile su ile yıkandı ve kağıt kurutucularla kurutuldu. Örnekler AFM deneyi için AFM cihazına yerleştirildi. AFM 5µmX5µm alanda her bir örnekte 11 farklı noktadan olmak üzere tapping (non-kontakt) mod için uygun olan slikon nitrit uçlar kullanılarak tarama yapıldı. Üç boyutlu analiz görüntüleri, sayısal karşılaştırma için root mean square (RMS) ve tarama alandaki en derin ve en yüksek bölgenin farkını ortaya koyan Depth analiz verileri elde edildi. AFM deneyi için kullanılan örnekler tarama elektron mikroskobu cihazına yerleştirildi. Farklı bölgelerden X65, X200, X400, X600, X800 ve X1200 büyötmelerde görüntüler alındı. SEM cihazına yerleştirilen örneklerde her bir örnekte 10 farklı noktada olmak üzere EDX analizi yapıldı. Mevcut elementlerin oranları hakkında veriler elde edildi. Alınan tüm AFM, SEM ve EDX verileri kontrol örneklerinden alınan verilerle karşılaştırıldı.

3.2. Kloroform solüsyonunun eğeler üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi

Deney için 1'er adet D1 protaper retreatment eğesi R1 R-endo eğesi ve 25/05 Mtwo retreatment eğesi kullanıldı. Eğelerin apikal 3mmlik kısımları kesildi. Kloroform solüsyonunda 5 dakika süre ile bekletildi. Solüsyonda bekletilen eğeler daha sonra distile su ile yıkandı ve kağıt kurutucularla kurutuldu. Örnekler AFM deneyi için AFM

cihazına yerleştirildi. AFM 5µmX5µm alanda her bir örnekte 11 farklı noktadan olmak üzere tapping (non-kontakt) mod için uygun olan silikon nitrit uçlar kullanılarak tarama yapıldı. Üç boyutlu analiz görüntüleri, sayısal karşılaştırma için root mean square (RMS) ve tarama alandaki en derin ve en yüksek bölgenin farkını ortaya koyan Depth analiz verileri elde edildi. AFM deneyi için kullanılan örnekler tarama elektron mikroskobu cihazına yerleştirildi. Farklı bölgelerden X65, X200, X400, X600, X800 ve X1200 büyütmelemlerde görüntüler alındı. SEM cihazına yerleştirilen örneklerde her bir örnekte 10 farklı noktada olmak üzere EDX analizi yapıldı. Mevcut elementlerin oranları hakkında veriler elde edildi. Alınan tüm AFM, SEM ve EDX verileri kontrol örneklerinden alınan verilerle karşılaştırıldı.

3.4. Sterilizasyon işleminin eğeler üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi

Deney için 1'er adet D1 protaper retreatment eğesi, R1 R-endo eğesi ve 25/05 Mtwo retreatment eğesi kullanıldı. Eğelere ultrasonik temizleme ve otoklavda 121 derecede 20 dakika sterilizasyon işlemi 5 kez uygulandı. Eğelerin apikal 3mmlik kısımları kesildi. Bu üç NiTi eğenin AFM, SEM ve EDX analizleri 'Kök kanal dolgusunun uzaklaştırılmasından sonra eğelerin yüzeylerinde meydana gelebilecek özelliklerin incelemesi' deneyindeki protokole uygun olarak yapıldı. Örnekler AFM deneyi için AFM cihazına yerleştirildi. AFM 5µmX5µm alanda her bir örnekte 11 farklı noktadan olmak üzere tapping (non-kontakt) mod için uygun olan silikon nitrit uçlar kullanılarak tarama yapıldı. Üç boyutlu analiz görüntüleri, sayısal karşılaştırma için root mean square (RMS) ve tarama alandaki en derin ve en yüksek bölgenin farkını ortaya koyan Depth analiz verileri elde edildi. AFM deneyi için kullanılan örnekler tarama elektron mikroskobu cihazına yerleştirildi. Farklı bölgelerden X65, X200, X400, X600, X800 ve X1200 büyütmelemlerde görüntüler alındı. SEM cihazına yerleştirilen örneklerde her bir örnekte 10

farklı noktada olmak üzere EDX analizi yapıldı. Mevcut elementlerin oranları hakkında veriler elde edildi. Alınan tüm AFM, SEM ve EDX verileri kontrol örneklerinden alınan verilerle karşılaştırıldı.

3.5. İstatistiksel değerlendirme

Elde edilen RMS, Depth ve EDX verilerin istatistiksel değerlendirmeleri tek yönlü varyans analizi(ANOVA) ve Mann-Whitney U testi ile yapıldı.

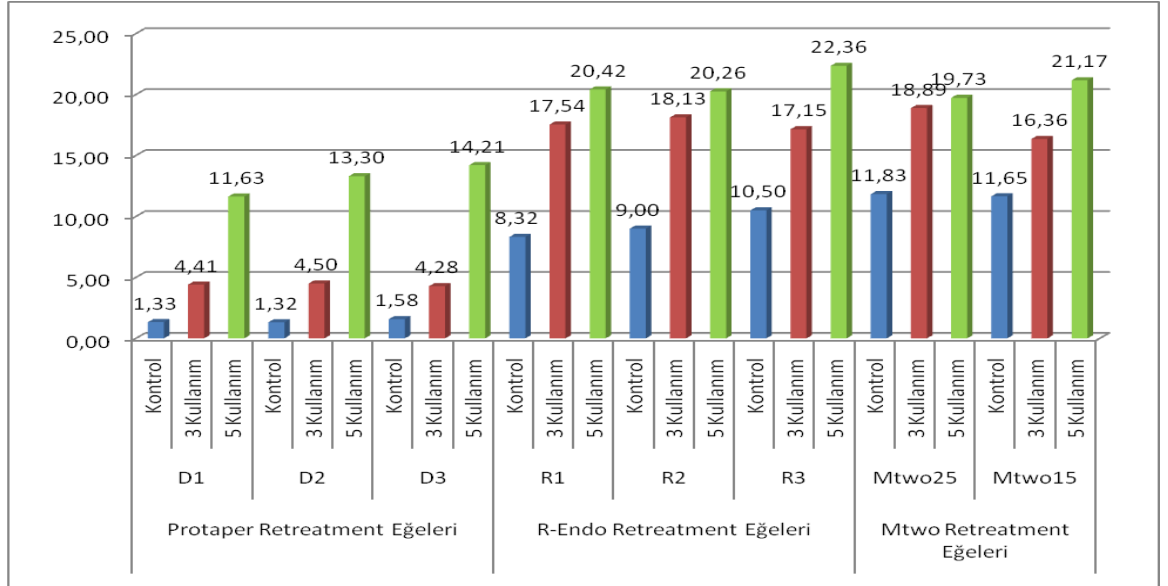
4. BULGULAR

4.1. RMS Bulguları

4.1.1. Farklı EĒe Türleri için Kontrol, 3 Kullanım ve 5 Kullanım Sonucunda RMS Değerleri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının İncelenmesi

Tablo 2: Tüm eĒe gruplarına ait kontrol,3 kullanım ve 5 kullanım için RMS veri tablosu

EĒe Türü	EĒe	Grup	N	Ortalama	Std. Sapma	F	p	Fark
Protaper Retreatment EĒeleri	D1	Kontrol	11	1,33	0,558	36,606	0,000*	K-3K
		3 Kullanım	11	4,41	2,529			K-5K
		5 Kullanım	11	11,63	4,299			3K-5K
	D2	Kontrol	11	1,32	0,699	37,270	0,000*	K-3K
		3 Kullanım	11	4,50	2,545			K-5K
		5 Kullanım	11	13,30	5,208			3K-5K
	D3	Kontrol	11	1,58	0,550	62,870	0,000*	K-3K
		3 Kullanım	11	4,28	2,260			K-5K
		5 Kullanım	11	14,21	4,224			3K-5K
R-Endo Retreatment EĒeleri	R1	Kontrol	11	8,32	2,379	17,793	0,000*	K-3K
		3 Kullanım	11	17,54	3,916			K-5K
		5 Kullanım	11	20,42	7,286			
	R2	Kontrol	11	9,00	2,545	17,735	0,000*	K-3K
		3 Kullanım	11	18,13	4,554			K-5K
		5 Kullanım	11	20,26	6,271			
	R3	Kontrol	11	10,50	2,212	6,151	0,006*	K-3K
		3 Kullanım	11	17,15	4,119			K-5K
		5 Kullanım	11	22,36	8,832			
Mtwo Retreatment EĒeleri	Mtwo25	Kontrol	11	11,83	2,138	5,244	0,000*	K-3K
		3 Kullanım	11	16,89	5,097			K-5K
		5 Kullanım	11	19,73	5,586			3K-5K
	Mtwo15	Kontrol	11	11,65	2,389	12,195	0,000*	K-3K
		3 Kullanım	11	16,36	5,043			K-5K
		5 Kullanım	11	21,17	5,487			3K-5K



Şekil 1 : Tüm eğelere ait kontrol,3 kullanım ve 5 kullanım RMS değerleri

Tüm ege gruplarına ait kontrol,3 kullanım ve 5 kullanım RMS verileri Tablo2 ve Şekil 1’de gösterilmiştir.

Protaper Retreatment Eğelerinden D1 için kontrol grubu ortalama RMS değeri 1,33; 3 kullanım sonrası ortalama RMS değeri, 4,41 ve 5 kullanım sonrası ortalama RMS değeri ise 11,63’tür. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için kontrol, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu RMS değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($F: 36,606, p<0,05$). Buna göre, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için kullanım sayısı arttıkça RMS değeri de anlamlı şekilde artmaktadır.

Protaper Retreatment Eğelerinden D2 için kontrol grubu ortalama RMS değeri 1,32; 3 kullanım sonrası ortalama RMS değeri, 4,50

ve 5 kullanım sonrası ortalama RMS değeri ise 13,30'dur. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, Protaper Retreatment Eğeleri D2 için kontrol, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu RMS değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (F: 37,270, $p<0,05$). Buna göre, Protaper Retreatment Eğeleri D2 için kullanım sayısı arttıkça RMS değeri de anlamlı şekilde artmaktadır.

Protaper Retreatment Eğelerinden D3 için kontrol grubu ortalama RMS değeri 1,58; 3 kullanım sonrası ortalama RMS değeri, 4,28 ve 5 kullanım sonrası ortalama RMS değeri ise 14,21'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, Protaper Retreatment Eğeleri D3 için kontrol, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu RMS değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (F: 62,870, $p<0,05$). Buna göre, Protaper Retreatment Eğeleri D3 için kullanım sayısı arttıkça RMS değeri de anlamlı şekilde artmaktadır.

R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol grubu ortalama RMS değeri 8,32; 3 kullanım sonrası ortalama RMS değeri 17,54 ve 5 kullanım sonrası ortalama RMS değeri ise 20,42'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol-3 kullanım ve kontrol-5 kullanım grupları RMS değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (F: 17,793, $p<0,05$). Buna göre, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol RMS değerleri, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu elde edilen RMS değerlerinden anlamlı derecede daha düşüktür. Ancak 3 kullanım ve 5 kullanım grupları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

R-Endo Retreatment Eğeleri R2 için kontrol grubu ortalama RMS değeri 9; 3 kullanım sonrası ortalama RMS değeri 18,13 ve 5 kullanım sonrası ortalama RMS değeri ise 20,26'dır. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, R-Endo Retreatment Eğeleri R2 için kontrol-3 kullanım ve kontrol-5 kullanım RMS değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (F: 17,735, $p<0,05$). 3 kullanım ve 5 kullanım RMS değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Buna göre, R-Endo Retreatment Eğeleri R2 için kontrol grubu RMS değerleri, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu elde edilen RMS değerlerinden anlamlı derecede daha düşüktür.

R-Endo Retreatment Eğeleri R3 için kontrol grubu ortalama RMS değeri 10,50; 3 kullanım sonrası ortalama RMS değeri, 17,15 ve 5 kullanım sonrası ortalama RMS değeri ise 22,36'dır. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, R-Endo Retreatment Eğeleri R3 için kontrol-3 kullanım ve kontrol-5 kullanım sonucu RMS değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (F: 6,151, $p<0,05$). Üç kullanım-5 kullanım arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Buna göre, R-Endo Retreatment Eğeleri R3 için kontrol grubu RMS değerleri, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu elde edilen RMS değerlerinden anlamlı derecede daha düşüktür.

Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu ortalama RMS değeri 11,83, 3 kullanım sonrası ortalama RMS değeri, 18,89 ve 5 kullanım sonrası ortalama RMS değeri ise 19,73'tür. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu RMS değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (F: 5,244, $p<0,05$). Buna göre, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu RMS değerleri, 3

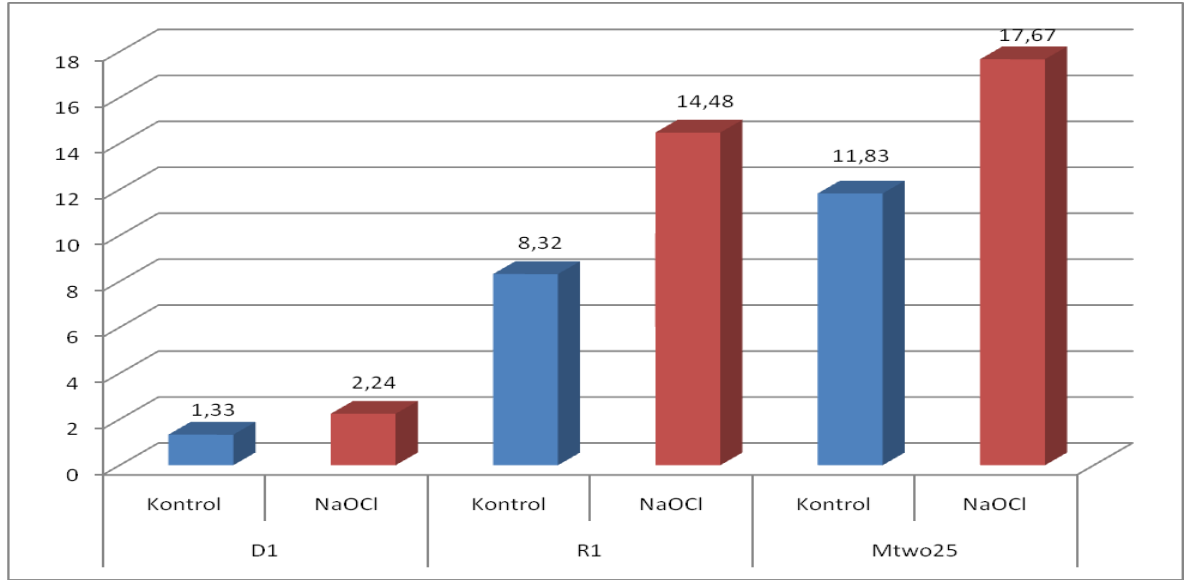
kullanım ve 5 kullanım sonucu elde edilen RMS değerlerinden anlamlı derecede daha düşüktür. Buna göre Mtwo retreatment eğelerinde Mtwo 25 için kullanım sayısı arttıkça RMS değerleri de anlamlı şekilde artmaktadır.

Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo15 için kontrol grubu ortalama RMS değeri 11,65, 3 kullanım sonrası ortalama RMS değeri, 16,36 ve 5 kullanım sonrası ortalama RMS değeri ise 21,17'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo15 için kontrol, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu RMS değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (F: 12,195, $p < 0,05$). Buna göre, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo15 için kullanım sayısı arttıkça RMS değeri de anlamlı şekilde artmaktadır.

4.1.2. Ege Türleri için Kontrol Grubu ile NaOCl Solüsyonunda Bekletilme Sonrası RMS Değerleri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının İncelenmesi

Tablo 3:Sodyum hipoklorit solüsyonunda bekletilen eğerlere ait istatistiksel RMS verileri

Solüsyon Türü	Ege	Grup	N	Ortalama	Std. Sapma	Mann-Whitney U	P
NaOCl	D1	Kontrol	11	1,33	0,558	16,000	0,003*
		NaOCl	11	2,24	0,555		
	R1	Kontrol	11	8,32	2,379	17,000	0,004*
		NaOCl	11	14,48	5,380		
	Mtwo25	Kontrol	11	11,83	2,138	32,000	0,061
		NaOCl	11	17,67	8,391		



Şekil 2: Sodyum hipoklorit solüsyonunda bekletilen eğelerin RMS değerleri

Sodyum hipoklorit solüsyonunda bekletilen eğelere ait veriler Tablo 3 ve Şekil 2’de gösterilmiştir.

Protaper Retreatment Eğeleri D1 için kontrol grubu ortalama RMS değeri 1,33, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için NaOCl solüsyonu sonrası ortalama RMS değeri ise 2,24’tür. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için kontrol grubu ile NaOCl solüsyonu sonrası RMS değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (U: 16,000, $p < 0,05$). Buna göre, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için NaOCl solüsyonu sonrası RMS değerleri kontrol grubu RMS değerlerinden anlamlı derecede daha yüksektir.

R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol grubu ortalama RMS değeri 8,32, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için NaOCl solüsyonu sonrası ortalama RMS değeri ise 14,48’dir. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol grubu ile NaOCl solüsyonu sonrası RMS değerleri arasında anlamlı bir farklılık

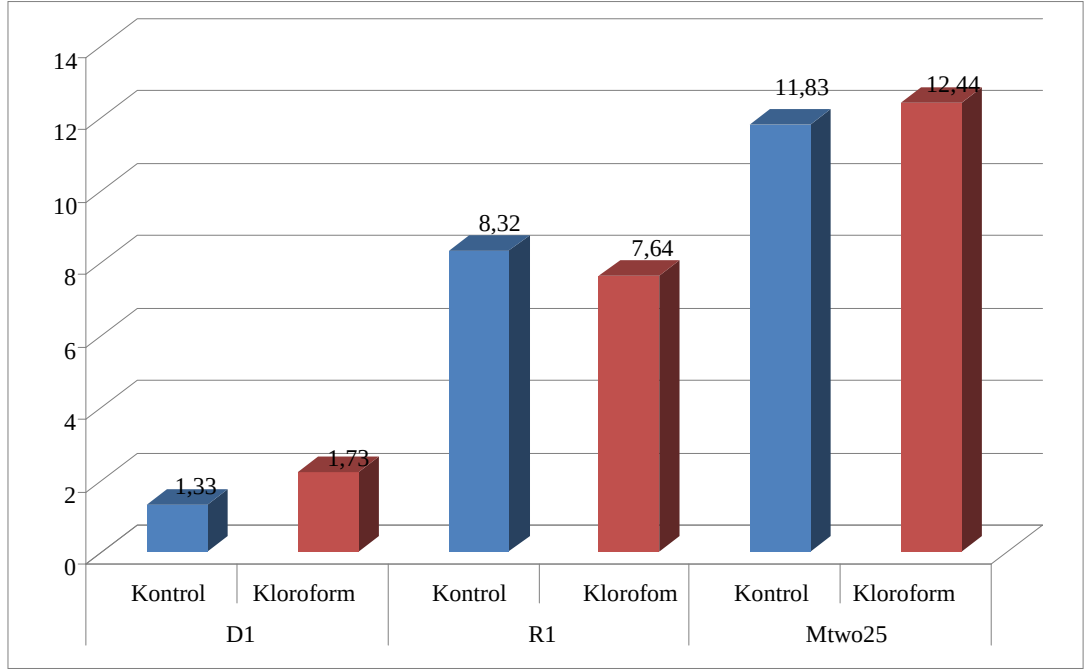
bulunmaktadır (U: 17,000, $p<0,05$). Buna göre, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için NaOCl solüsyonu sonrası RMS değerleri kontrol grubu RMS değerlerinden anlamlı derecede daha yüksektir.

Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu ortalama RMS değeri 11,83, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için NaOCl solüsyonu sonrası ortalama RMS değeri ise 17,67'dir. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu ile NaOCl solüsyonu sonrası RMS değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (U: 32,000, $p<0,05$).

4.1.3. Ege Türleri için Kontrol Grubu ile Kloroform Solüsyonunda Bekletilme Sonrası RMS Değerleri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının İncelenmesi

Tablo 4: Kloroform solüsyonunda bekletilen eğelere ait istatistiksel RMS verileri

Solüsyon Türü	Ege	Grup	N	Ortalama	Std. Sapma	Mann-Whitney U	P
Kloroform	D1	Kontrol	11	1,33	0,558	18,000	0,218
		Kloroform	11	1,73	0,897		
	R1	Kontrol	11	8,32	2,379	55,000	0,718
		Kloroform	11	7,64	4,106		
	Mtwo25	Kontrol	11	11,83	2,138	57,000	0,818
		Kloroform	11	12,44	6,062		



Şekil 3: Kloroform solüsyonunda bekletilen eğelerin RMS verileri

Kloroform solüsyonunda bekletilen eğelere ait RMS verileri Tablo 4 ve Şekil 3’de gösterilmiştir.

Protaper Retreatment Eğeleri D1 için kontrol grubu ortalama RMS değeri 1,33, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için Kloroform solüsyonu sonrası ortalama RMS değeri ise 1,73’dir. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için kontrol grubu ile Kloroform solüsyonu sonrası RMS değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (U: 18,000, $p>0,05$).

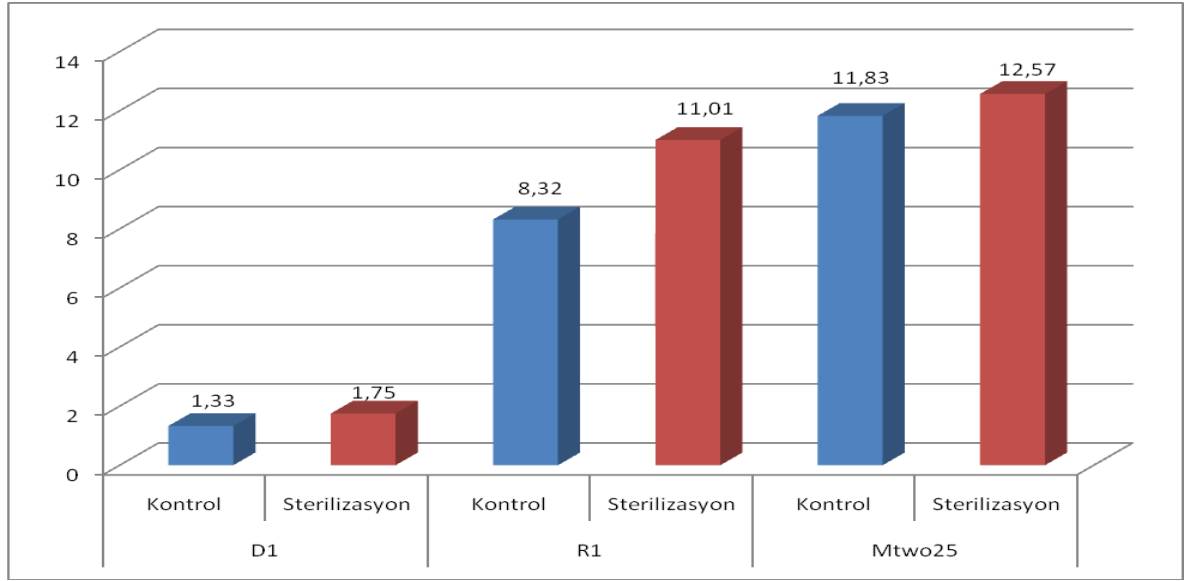
R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol grubu ortalama RMS değeri 8,32, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için Kloroform solüsyonu sonrası ortalama RMS değeri ise 7,64’tür. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol grubu ile Kloroform solüsyonu sonrası RMS değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (U: 55,000, $p>0,05$).

Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu ortalama RMS değeri 11,83, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için Kloroform solüsyonu sonrası ortalama RMS değeri ise 12,44'tür. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu ile Kloroform solüsyonu sonrası RMS değeri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (U: 57,000, $p>0,05$).

4.1.4. Eğe Türleri için Kontrol Grubu ile Sterilizasyon Uygulamaları Sonrası RMS Değeri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının İncelenmesi

Tablo 5: Sterilizasyon işlemleri sonrası elde edilen istatistiksel RMS verileri

Yapılan işlem	Eğe	Grup	N	Ortalama	Std. Sapma	Mann-Whitney U	P
Sterilizasyon	D1	Kontrol	11	1,33	0,558	42,000	0,224
		Sterilizasyon	11	1,75	0,940		
	R1	Kontrol	11	8,32	2,379	32,000	0,061
		Sterilizasyon	11	11,01	3,867		
	Mtwo25	Kontrol	11	11,83	2,138	52,000	0,577
		Sterilizasyon	11	12,57	3,839		



Şekil 4: Sterilizasyon işlemleri sonrası elde edilen RMS verileri

Sterilizasyon işlemleri sonrası elde edilen RMS verileri Tablo 5 ve Şekil 4’de gösterilmiştir.

Protaper Retreatment Eğeleri D1 için kontrol grubu ortalama RMS değeri 1,33, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için sterilizasyon sonrası ortalama RMS değeri ise 1,75’tir. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için kontrol grubu ile Sterilizasyon sonrası RMS değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (U: 42,000, $p>0,05$).

R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol grubu ortalama RMS değeri 8,32, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için sterilizasyon sonrası ortalama RMS değeri ise 11,01’dir. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol grubu ile

Sterilizasyon sonrası RMS değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (U: 32,000, $p>0,05$).

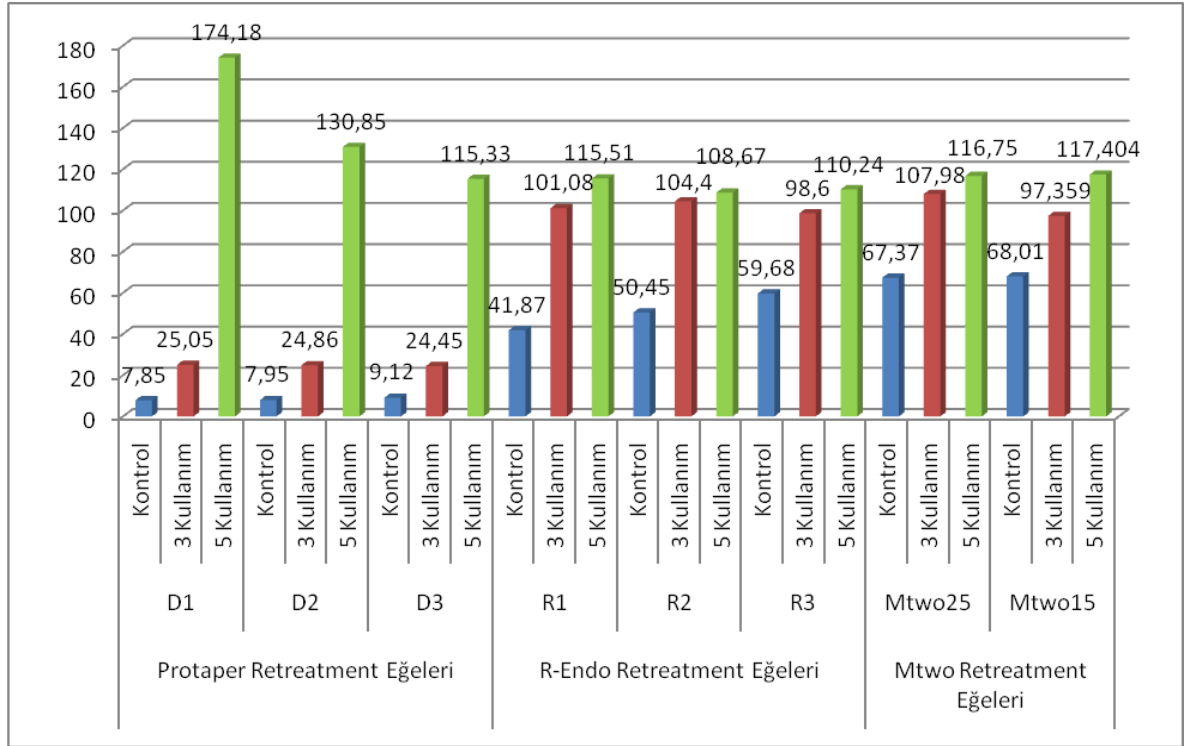
Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu ortalama RMS değeri 11,83, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için sterilizasyon sonrası ortalama RMS değeri ise 12,57'dir. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu ile Sterilizasyon sonrası RMS değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (U: 52,000, $p>0,05$).

4.2. Depth Bulguları

4.2.1. Farklı EĒe Türleri için Kontrol Grubu, 3 Kullanım, 5 Kullanım Sonucunda Depth DeĒerleri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının İncelenmesi

Tablo 6: Tüm eĒe gruplarına ait kontrol,3 kullanım ve 5 kullanım için Depth veri tablosu

EĒe Türü	EĒe	Grup	N	Ortalama	Std. Sapma	F	p	Fark
Protaper Retreatment EĒeleri	D1	Kontrol	11	7,85	4,087	107,947	0,000*	K-3K
		3 Kullanım	11	25,05	5,826			K-5K
		5 Kullanım	11	174,18	50,071			3K-5K
	D2	Kontrol	11	7,95	3,170	213,026	0,000*	K-3K
		3 Kullanım	11	24,86	4,665			K-5K
		5 Kullanım	11	130,85	25,606			3K-5K
	D3	Kontrol	11	9,12	3,053	231,084	0,000*	K-3K
		3 Kullanım	11	24,45	4,734			K-5K
		5 Kullanım	11	115,33	20,950			3K-5K
R-Endo Retreatment EĒeleri	R1	Kontrol	11	41,87	13,717	136,774	0,000*	K-3K
		3 Kullanım	11	101,08	9,118			K-5K
		5 Kullanım	11	115,51	9,806			3K-5K
	R2	Kontrol	11	50,45	10,660	120,166	0,000*	K-3K
		3 Kullanım	11	104,40	9,995			K-5K
		5 Kullanım	11	108,67	8,696			
	R3	Kontrol	11	59,68	8,371	64,550	0,000*	K-3K
		3 Kullanım	11	98,60	9,374			K-5K
		5 Kullanım	11	110,24	14,157			3K-5K
Mtwo Retreatment EĒeleri	Mtwo25	Kontrol	11	67,37	8,890	73,187	0,000*	K-3K
		3 Kullanım	11	107,98	9,499			K-5K
		5 Kullanım	11	116,75	11,984			
	Mtwo15	Kontrol	11	68,01	7,367	79,985	0,000*	K-3K
		3 Kullanım	11	97,36	7,038			K-5K
		5 Kullanım	11	117,40	12,279			3K-5K



Şekil 5: Tüm eşelere ait kontrol,3 kullanım ve 5 kullanım Depth değerleri

Tüm eşelere ait kontrol, 3 kullanım ve 5 kullanım Depth değerleri Tablo 6 ve Şekil 5’de gösterilmiştir.

Protaper Retreatment Eşeleri D1 için kontrol grubu ortalama Depth değeri 7,85, 3 kullanım sonrası ortalama RMS değeri, 25,05 ve 5 kullanım sonrası ortalama Depth değeri ise 174,18’dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, Protaper Retreatment Eşeleri D1 için kontrol, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu Depth değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (F: 107,947, $p<0,05$). Buna göre, Protaper Retreatment Eşeleri D1 için kullanım sayısı arttıkça Depth değeri de anlamlı şekilde artmaktadır.

Protaper Retreatment Eğeleri D2 için kontrol grubu ortalama Depth değeri 7,95, 3 kullanım sonrası ortalama RMS değeri, 24,86 ve 5 kullanım sonrası ortalama Depth değeri ise 130,85'tir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, Protaper Retreatment Eğeleri D2 için kontrol, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu Depth değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (F: 213,026, $p<0,05$). Buna göre, Protaper Retreatment Eğeleri D2 için kullanım sayısı arttıa Depth değeri de anlamlı Şekilde artmaktadır.

Protaper Retreatment Eğeleri D3 için kontrol grubu ortalama Depth değeri 9,12; 3 kullanım sonrası ortalama RMS değeri, 24,45 ve 5 kullanım sonrası ortalama Depth değeri ise 115,33'tür. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, Protaper Retreatment Eğeleri D3 için kontrol, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu Depth değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (F: 231,084, $p<0,05$). Buna göre, Protaper Retreatment Eğeleri D3 için kullanım sayısı arttıa Depth değeri de anlamlı Şekilde artmaktadır.

R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol grubu ortalama Depth değeri 41,87; 3 kullanım sonrası ortalama RMS değeri, 101,08 ve 5 kullanım sonrası ortalama Depth değeri ise 115,51'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu Depth değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (F: 136,774, $p<0,05$). Buna göre, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kullanım sayısı arttıa Depth değeri de anlamlı Şekilde artmaktadır.

R-Endo Retreatment Eğeleri R2 için kontrol grubu ortalama Depth değeri 50,45, 3 kullanım sonrası ortalama RMS değeri, 104,40 ve 5 kullanım sonrası ortalama Depth değeri ise 108,67'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, R-Endo Retreatment Eğeleri R2 için kontrol-3 kullanım ve kontrol-5 kullanım sonucu Depth değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (F: 120,166, $p<0,05$). Üç kullanım ve 5 kullanım sonucu Depth değerleri arasında anlamlı fark bulunmamaktadır. Buna göre, R-Endo Retreatment Eğeleri R2 için kontrol grubu Depth değerleri, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu elde edilen Depth değerlerinden anlamlı derecede daha düşüktür. Üçüncü kullanımdan sonra depth değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmamıştır.

R-Endo Retreatment Eğeleri R3 için kontrol grubu ortalama Depth değeri 59,68, 3 kullanım sonrası ortalama RMS değeri, 98,60 ve 5 kullanım sonrası ortalama Depth değeri ise 110,24'tür. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, R-Endo Retreatment Eğeleri R3 için kontrol, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu Depth değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (F: 64,550, $p<0,05$). Buna göre, R-Endo Retreatment Eğeleri R3 için kullanım sayısı arttıa Depth değeri de anlamlı şekilde artmaktadır.

Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu ortalama Depth değeri 67,37, 3 kullanım sonrası ortalama RMS değeri, 107,98 ve 5 kullanım sonrası ortalama Depth değeri ise 116,75'tir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol-3 kullanım ve kontrol-5 kullanım sonucu Depth değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (F: 73,187, $p<0,05$). Üç kullanım ve 5 kullanım sonucu Depth değerleri

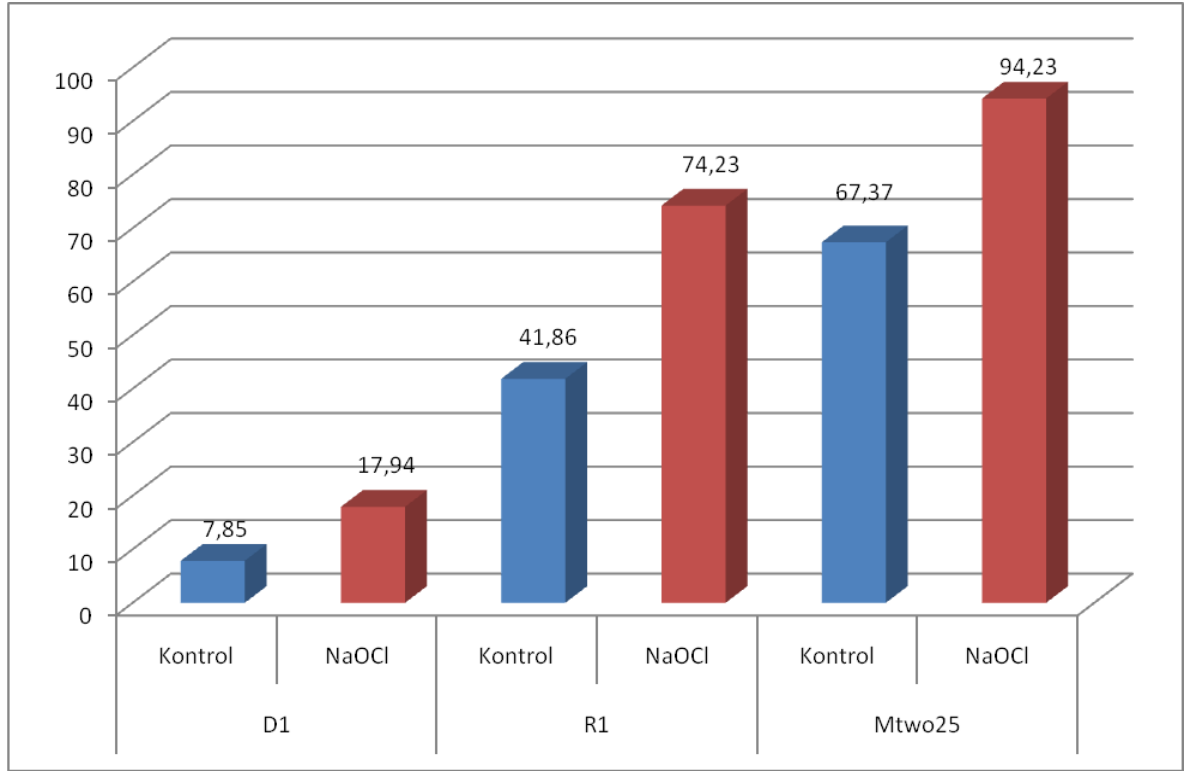
arasında anlamlı fark bulunmamaktadır. Buna göre, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu Depth değerleri, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu elde edilen Depth değerlerinden anlamlı derecede daha düşüktür. Üçüncü kullanımdan sonra depth değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmamıştır.

Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo15 için kontrol grubu ortalama Depth değeri 68,01, 3 kullanım sonrası ortalama RMS değeri, 97,36 ve 5 kullanım sonrası ortalama Depth değeri ise 117,40'tır. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo15 için kontrol, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu Depth değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (F: 79,985, $p < 0,05$). Buna göre, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo15 için kullanım sayısı arttıkça Depth değeri de anlamlı şekilde artmaktadır.

4.2.2.Eğeler Türleri için Kontrol Grubu ile NaOCl Solüsyonunda Bekletilme Sonrası Depth Değerleri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının İncelenmesi

Tablo 7: Sodyum hipoklorit solüsyonunda bekletilen eğerlere ait istatistiksel Depth verileri

Solüsyon Türü	Eğeler	Solüsyon	N	Ortalama	Std. Sapma	Mann-Whitney U	P
NaOCl	D1	Kontrol	11	7,85	4,087	9,000	0,001*
		NaOCl	11	17,94	7,951		
	R1	Kontrol	11	41,86	13,717	15,000	0,003*
		NaOCl	11	74,23	22,768		
	Mtwo25	Kontrol	11	67,37	8,890	10,000	0,001*
		NaOCl	11	94,23	16,290		



Şekil 6: Sodyum hipoklorit solüsyonunda bekletilen eğelerin Depth değerleri

Sodyum hipoklorit solüsyonunda bekletilen eğelerin Depth değerleri Tablo 7 ve Şekil 6'da gösterilmiştir.

Protaper Retreatment Eğeleri D1 için kontrol grubu ortalama Depth değeri 7,85, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için NaOCl solüsyonu sonrası ortalama Depth değeri ise 17,94'tür. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için kontrol grubu ile NaOCl solüsyonu sonrası Depth değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (U: 9,000, $p < 0,05$). Buna göre, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için NaOCl solüsyonu sonrası Depth değerleri kontrol grubu Depth değerlerinden anlamlı derecede daha yüksektir.

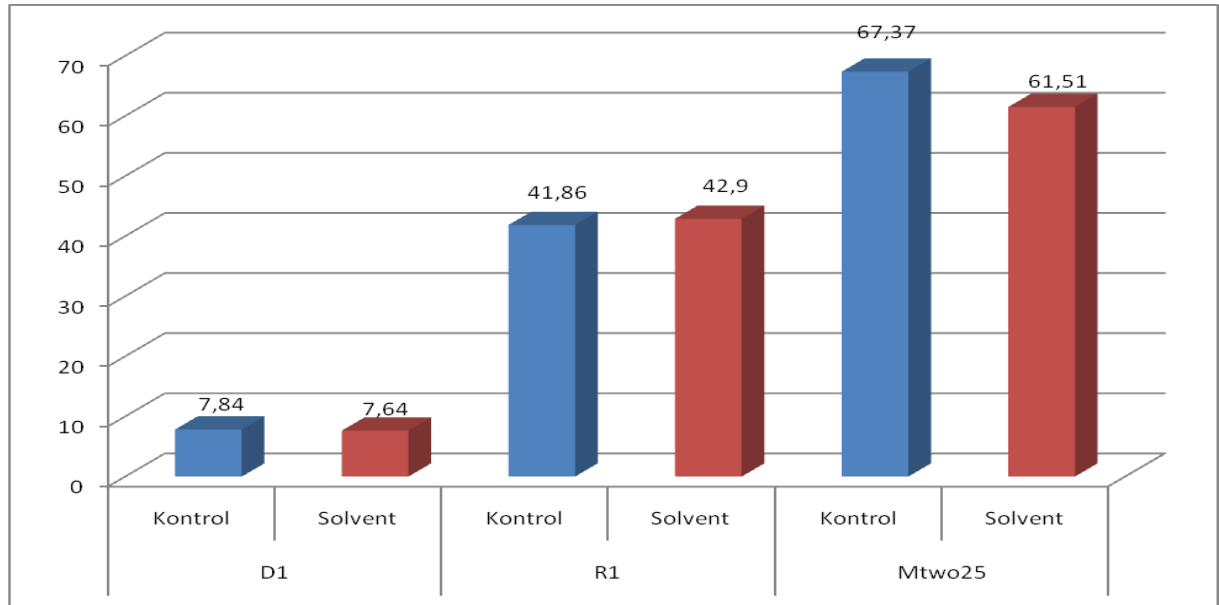
R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol grubu ortalama Depth değeri 41,86, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için NaOCl solüsyonu sonrası ortalama Depth değeri ise 74,23'tür. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol grubu ile NaOCl solüsyonu sonrası Depth değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (U: 15,000, $p<0,05$). Buna göre, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için NaOCl solüsyonu sonrası Depth değerleri kontrol grubu Depth değerlerinden anlamlı derecede daha yüksektir.

Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu ortalama Depth değeri 67,37, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için NaOCl solüsyonu sonrası ortalama Depth değeri ise 94,23'tür. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu ile NaOCl solüsyonu sonrası Depth değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (U: 10,000, $p<0,05$). Buna göre, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için NaOCl solüsyonu sonrası Depth değerleri kontrol grubu Depth değerlerinden anlamlı derecede daha yüksektir.

4.2.3.Eğeler için Kontrol Grubu ile Kloroform Solüsyonunda Bekletilme Sonrası Depth Değerleri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının İncelenmesi

Tablo 8: Kloroform solüsyonunda bekletilen eğelere ait istatistiksel Depth verileri

Solüsyon Türü	Eğeler	Solüsyon	N	Ortalama	Std. Sapma	Mann-Whitney U	P
Kloroform	D1	Kontrol	11	7,85	4,087	53,000	0,662
		Kloroform	11	7,64	2,040		
	R1	Kontrol	11	41,86	13,717	58,000	0,870
		Kloroform	11	42,90	6,798		
	Mtwo25	Kontrol	11	67,37	8,890	40,000	0,178
		Kloroform	11	61,51	12,672		



Şekil 7: Kloroform solüsyonunda bekletilen eğelerin Depth verileri

Kloroform solüsyonunda bekletilen eğelere ait Depth verileri Tablo 8 ve Şekil 7’de gösterilmiştir.

Protaper Retreatment Eğeleri D1 için kontrol grubu ortalama Depth değeri 7,85, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için Kloroform solüsyonu sonrası ortalama Depth değeri ise 7,64'tür. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için kontrol grubu ile Kloroform solüsyonu sonrası Depth değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (U: 53,000, $p>0,05$).

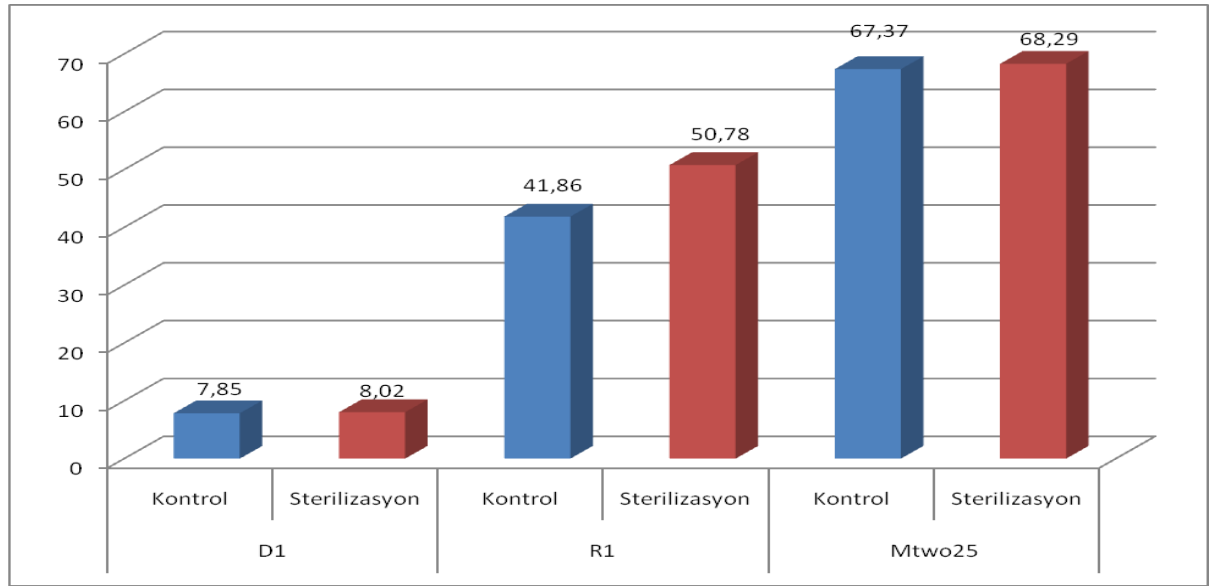
R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol grubu ortalama Depth değeri 41,86, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için Kloroform solüsyonu sonrası ortalama Depth değeri ise 42,90'dır. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol grubu ile Kloroform solüsyonu sonrası Depth değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (U: 58,000, $p>0,05$).

Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu ortalama Depth değeri 67,37, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için Kloroform solüsyonu sonrası ortalama Depth değeri ise 61,51'dir. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu ile Kloroform solüsyonu sonrası Depth değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (U: 40,000, $p>0,05$).

4.2.4. Eğe Türleri için Kontrol Grubu ile Sterilizasyon
Sonrası Depth Değerleri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının
İncelenmesi

Tablo 9: Sterilizasyon işlemleri sonrası elde edilen istatistiksel Depth verileri

	Eğe	Solüsyon	N	Ortalama	Std. Sapma	Mann- Whitney U	P
Sterilizasyon	D1	Kontrol	11	7,85	4,087	52,000	0,577
		Sterilizasyon	11	8,02	2,553		
	R1	Kontrol	11	41,86	13,717	35,000	0,094
		Sterilizasyon	11	50,78	9,708		
	Mtwo25	Kontrol	11	67,37	8,890	58,000	0,870
		Sterilizasyon	11	68,29	8,761		



Şekil 8: Sterilizasyon işlemleri sonrası elde edilen Depth verileri

Sterilizasyon işlemleri sonrası elde edilen Depth verileri Tablo 9 ve Şekil 8’de gösterilmiştir.

Protaper Retreatment Eğeleri D1 için kontrol grubu ortalama Depth değeri 7,85, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için Sterilizasyon sonrası ortalama Depth değeri ise 8,02'dir. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için kontrol grubu ile Sterilizasyon sonrası Depth değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (U: 52,000, $p>0,05$).

R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol grubu ortalama Depth değeri 41,86, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için Sterilizasyon sonrası ortalama Depth değeri ise 50,78'dir. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol grubu ile Sterilizasyon sonrası Depth değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (U: 35,000, $p>0,05$).

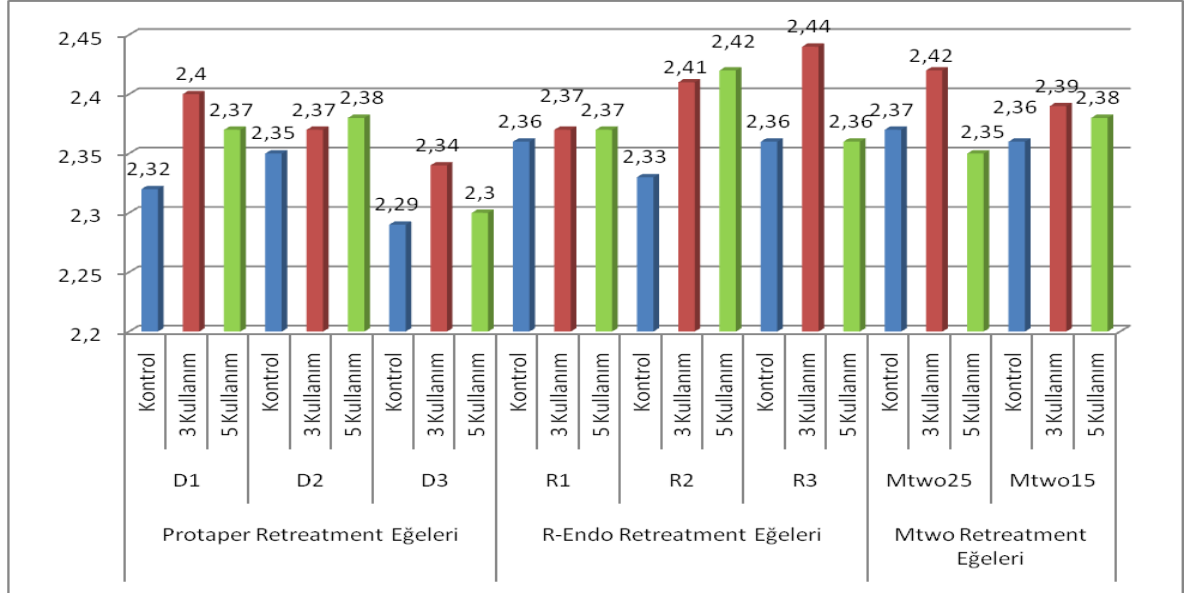
Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu ortalama Depth değeri 67,37, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için Sterilizasyon sonrası ortalama Depth değeri ise 68,29'dur. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu ile sterilizasyon sonrası Depth değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (U: 58,000, $p>0,05$).

4.3. EDX Bulguları

4.3.1.Farklı Eğe Türleri için Kontrol Grubu, 3 Kullanım, 5 Kullanım Sonucunda EDX Değerleri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının İncelenmesi

Tablo 10: Tüm eğe gruplarına ait kontrol,3 kullanım ve 5 kullanım için EDX veri tablosu

Eğe Türü	Eğe	Grup	N	Ortalama	Std. Sapma	F	p	Fark
Protaper Retreatment Eğeleri	D1	Kontrol	11	2,32	0,464	0,051	0,950	-
		3 Kullanım	11	2,40	0,709			
		5 Kullanım	11	2,37	0,386			
	D2	Kontrol	11	2,35	0,570	0,015	0,985	-
		3 Kullanım	11	2,37	0,331			
		5 Kullanım	11	2,38	0,335			
	D3	Kontrol	11	2,29	0,507	0,046	0,955	-
		3 Kullanım	11	2,34	0,345			
		5 Kullanım	11	2,30	0,300			
R-Endo Retreatment Eğeleri	R1	Kontrol	11	2,36	0,700	0,001	0,999	-
		3 Kullanım	11	2,37	0,300			
		5 Kullanım	11	2,37	0,512			
	R2	Kontrol	11	2,33	0,411	0,234	0,793	-
		3 Kullanım	11	2,41	0,289			
		5 Kullanım	11	2,42	0,334			
	R3	Kontrol	11	2,36	0,317	0,196	0,823	-
		3 Kullanım	11	2,44	0,372			
		5 Kullanım	11	2,36	0,301			
Mtwo Retreatment Eğeleri	Mtwo25	Kontrol	11	2,37	0,373	0,129	0,879	-
		3 Kullanım	11	2,42	0,362			
		5 Kullanım	11	2,35	0,255			
	Mtwo15	Kontrol	11	2,36	0,356	0,016	0,984	-
		3 Kullanım	11	2,39	0,255			
		5 Kullanım	11	2,38	0,402			



Şekil 9: Tüm eğelere ait kontrol,3 kullanım ve 5 kullanım EDX değerleri

Tüm eğelere ait kontrol,3 kullanım ve kullanım EDX değerleri Tablo 10 ve Şekil 9'da gösterilmiştir.

Protaper Retreatment Eğeleri D1 için kontrol grubu ortalama EDX değeri 2,32, 3 kullanım sonrası ortalama EDX değeri, 2,40 ve 5 kullanım sonrası ortalama EDX değeri ise 2,37'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için kontrol, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu EDX değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (F: 0,051, $p>0,05$)(Resim 33,34).

Protaper Retreatment Eğeleri D2 için kontrol grubu ortalama EDX değeri 2,35, 3 kullanım sonrası ortalama EDX değeri, 2,37 ve 5 kullanım sonrası ortalama EDX değeri ise 2,38'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, Protaper Retreatment Eğeleri D2

için kontrol, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu EDX değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (F: 0,015, $p>0,05$).

Protaper Retreatment Eğeleri D3 için kontrol grubu ortalama EDX değeri 2,29, 3 kullanım sonrası ortalama EDX değeri, 2,34 ve 5 kullanım sonrası ortalama EDX değeri ise 2,30'dur. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, Protaper Retreatment Eğeleri D3 için kontrol, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu EDX değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (F: 0,046, $p>0,05$).

R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol grubu ortalama EDX değeri 2,36, 3 kullanım sonrası ortalama EDX değeri, 2,37 ve 5 kullanım sonrası ortalama EDX değeri ise 2,37'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu EDX değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (F:0,001, $p>0,05$)(Resim 35,36).

R-Endo Retreatment Eğeleri R2 için kontrol grubu ortalama EDX değeri 2,33, 3 kullanım sonrası ortalama EDX değeri, 2,41 ve 5 kullanım sonrası ortalama EDX değeri ise 2,42'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, R-Endo Retreatment Eğeleri R2 için kontrol, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu EDX değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (F: 0,234, $p>0,05$).

R-Endo Retreatment Eğeleri R3 için kontrol grubu ortalama EDX değeri 2,36, 3 kullanım sonrası ortalama EDX değeri, 2,44 ve 5 kullanım sonrası ortalama EDX değeri ise 2,36'dür. Uygulanan tek yönlü

varyans analizi (ANOVA) sonucunda, R-Endo Retreatment Eğeleri R3 için kontrol, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu EDX değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (F: 0,196, $p>0,05$).

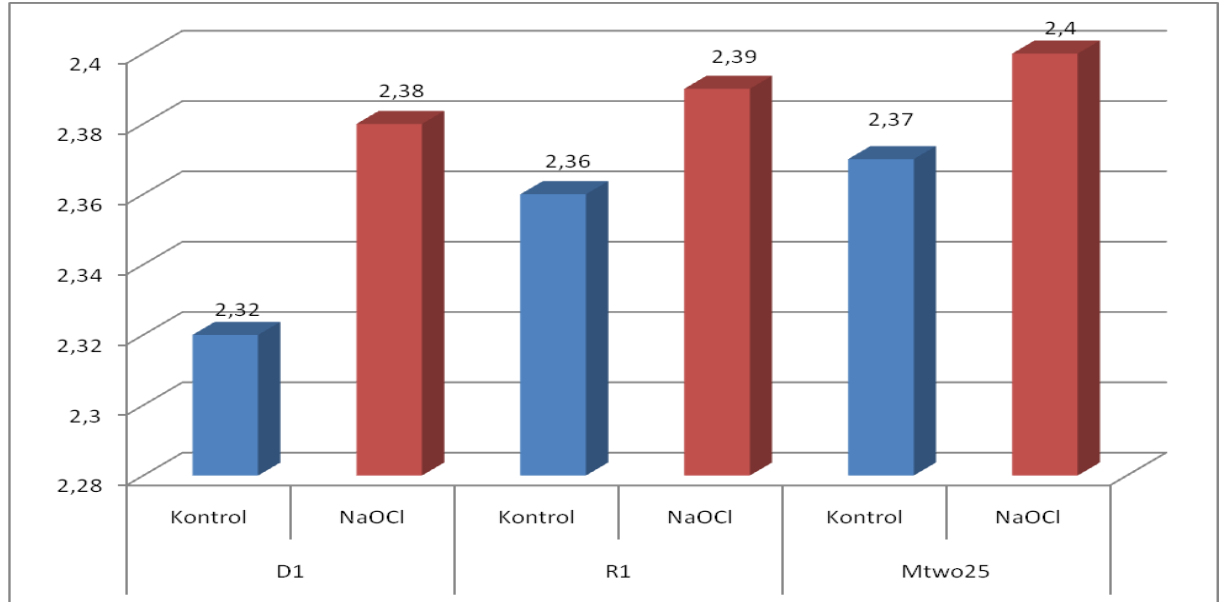
Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu ortalama EDX değeri 2,37, 3 kullanım sonrası ortalama EDX değeri, 2,42 ve 5 kullanım sonrası ortalama EDX değeri ise 2,35'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu EDX değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (F: 0,129, $p>0,05$)(Resim 37,38).

Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo15 için kontrol grubu ortalama EDX değeri 2,36, 3 kullanım sonrası ortalama EDX değeri, 2,39 ve 5 kullanım sonrası ortalama EDX değeri ise 2,38'dir. Uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo15 için kontrol, 3 kullanım ve 5 kullanım sonucu EDX değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (F: 0,016, $p>0,05$).

4.3.2. Eğe Türleri için Kontrol Grubu ile NaOCl Solüsyonunda Bekletilme Sonrası EDX Değerleri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının İncelenmesi

Tablo 11: Sodyum hipoklorit solüsyonunda bekletilen eğelere ait istatistiksel EDX verileri

Solüsyon Türü	Eğe	Solüsyon	N	Ortalama	Std. Sapma	Mann-Whitney U	P
NaOCl	D1	Kontrol	11	2,32	0,464	54,000	0,670
		NaOCl	11	2,38	0,421		
	R1	Kontrol	11	2,36	0,699	53,500	0,646
		NaOCl	11	2,39	0,341		
	Mtwo25	Kontrol	11	2,37	0,373	52,500	0,599
		NaOCl	11	2,40	0,377		



Şekil 10: Sodyum hipoklorit solüsyonunda bekletilen eğelerin EDX değerleri

Sodyum hipoklorit solüsyonunda bekletilen eğelere ait EDX verileri Tablo 11 ve Şekil 10'da gösterilmiştir.

Protaper Retreatment Eğeleri D1 için kontrol grubu ortalama EDX değeri 2,32, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için NaOCl solüsyonu sonrası ortalama EDX değeri ise 2,38'dir. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için kontrol grubu ile NaOCl solüsyonu sonrası EDX değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (U: 54,000, $p>0,05$)(Resim 39).

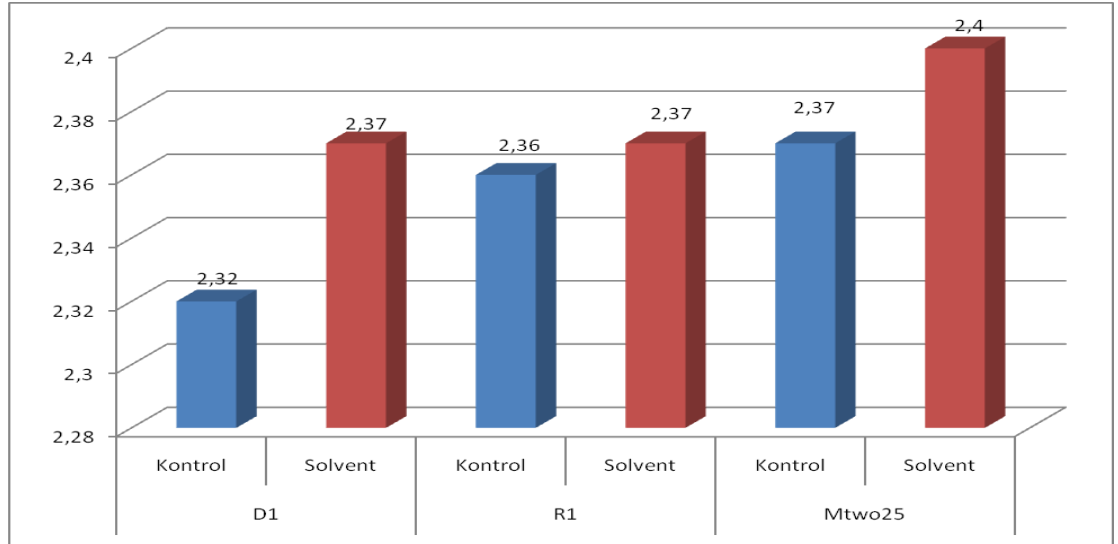
R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol grubu ortalama EDX değeri 2,36, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için NaOCl solüsyonu sonrası ortalama EDX değeri ise 2,39'dur. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol grubu ile NaOCl solüsyonu sonrası EDX değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (U: 53,500, $p>0,05$) (Resim 40).

Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu ortalama EDX değeri 2,37, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için NaOCl solüsyonu sonrası ortalama EDX değeri ise 2,40'tır. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu ile NaOCl solüsyonu sonrası EDX değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (U: 52,500, $p>0,05$) (Resim 41).

4.3.3.Eğе Türleri için Kontrol Grubu ile Kloroform
Solüsyonunda Bekletilme Sonrası EDX Değerleri Bakımından Farklılık
Olup Olmadığının İncelenmesi

Tablo 12: Kloroform solüsyonunda bekletilen eğelere ait istatistiksel EDX verileri

Solüsyon Türü	Eğе	Solüsyon	N	Ortalama	Std. Sapma	Mann-Whitney U	P
Kloroform	D1	Kontrol	11	2,32	0,464	54,500	0,693
		Kloroform	11	2,37	0,343		
	R1	Kontrol	11	2,36	0,699	59,500	0,948
		Kloroform	11	2,37	0,360		
	Mtwo25	Kontrol	11	2,37	0,373	46,000	0,341
		Kloroform	11	2,40	0,295		



Şekil 11: Kloroform solüsyonunda bekletilen eğelerin EDX değerleri

Kloroform solüsyonunda bekletilen eğelere ait EDX verileri Tablo 12 ve Şekil 11’de gösterilmiştir.

Protaper Retreatment Eğeleri D1 için kontrol grubu ortalama EDX değeri 2,32, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için Kloroform solüsyonu sonrası ortalama EDX değeri ise 2,37’dir. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için kontrol grubu ile Kloroform solüsyonu sonrası EDX değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (U: 54,500, $p>0,05$) (Resim 42).

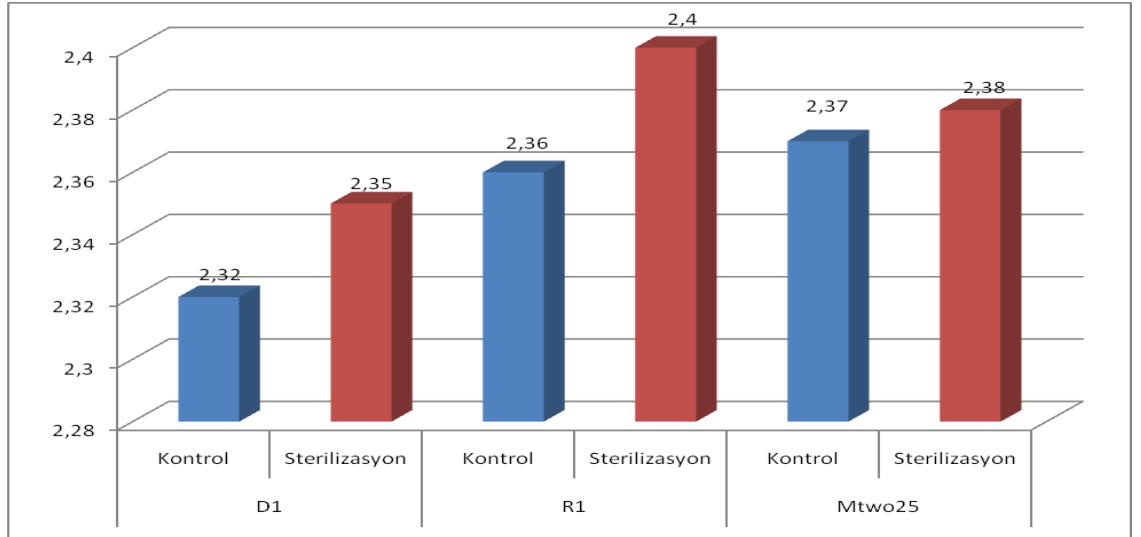
R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol grubu ortalama EDX değeri 2,36, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için Kloroform solüsyonu sonrası ortalama EDX değeri ise 2,37’dir. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol grubu ile Kloroform solüsyonu sonrası EDX değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (U: 59,500, $p>0,05$) (Resim 43).

Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu ortalama EDX değeri 2,37, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için Kloroform solüsyonu sonrası ortalama EDX değeri ise 2,40’tır. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu ile Kloroform solüsyonu sonrası EDX değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (U: 46,000, $p>0,05$) (Resim 44).

**4.3.4. Eğe Türleri için Kontrol Grubu ile Sterilizasyon
Sonrası EDX Değerleri Bakımından Farklılık Olup Olmadığının
İncelenmesi**

Tablo 13: Sterilizasyon işlemleri sonrası elde edilen istatistiksel EDX verileri

	Eğe	Solüsyon	N	Ortalama	Std. Sapma	Mann- Whitney U	P
Sterilizasyon	D1	Kontrol	11	2,32	0,464	55,500	0,743
		Sterilizasyon	11	2,35	0,342		
	R1	Kontrol	11	2,36	0,699	53,500	0,646
		Sterilizasyon	11	2,40	0,340		
	Mtwo25	Kontrol	11	2,37	0,373	56,000	0,767
		Sterilizasyon	11	2,38	0,384		



Şekil 12: Sterilizasyon işlemleri sonrası elde edilen EDX verileri

Sterilizasyon işlemleri sonrası eğelerden elde edilen EDX verileri Tablo 13 ve Şekil 12’de gösterilmiştir.

Protaper Retreatment Eğeleri D1 için kontrol grubu ortalama EDX değeri 2,32, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için Sterilizasyon sonrası ortalama EDX değeri ise 2,35'tir. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, Protaper Retreatment Eğeleri D1 için kontrol grubu ile Sterilizasyon sonrası EDX değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (U: 55,500, $p>0,05$) (Resim 45).

R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol grubu ortalama EDX değeri 2,36, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için Sterilizasyon sonrası ortalama EDX değeri ise 2,40'tır. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, R-Endo Retreatment Eğeleri R1 için kontrol grubu ile Sterilizasyon sonrası EDX değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (U: 53,500, $p>0,05$) (Resim 46).

Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu ortalama EDX değeri 2,37, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için Sterilizasyon sonrası ortalama EDX değeri ise 2,38'dir. Uygulanan Mann-Whitney U Testi sonucunda, Mtwo Retreatment Eğeleri Mtwo25 için kontrol grubu ile Sterilizasyon sonrası EDX değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (U: 56,000, $p>0,05$) (Resim 47).

4.4. Atomik kuvvet mikroskobu görüntüleri bulguları

Atomik kuvvet mikroskobuna ait üç boyutlu görüntü bulguları incelendiğinde kontrol grubuna ait eğelerden elde edilen görüntülerin hem 3 hem de 5 kez kullanım sonrası incelenen eğelerden alınan görüntülere göre genel olarak daha düz olduğu saptanmıştır (Resim 7,8,9,10,11,12,13,14,15).

Kontrol grubu ile kıyaslandığında, NaOCl ve kloroform solüsyonu içerisinde bekletilen ve ardı ardına beş kez steril edilen eğelerden alınan üç boyutlu görüntülerde farklılık görülememiştir (Resim 16,17,18).

4.5. Tarama elektron mikroskobu bulguları

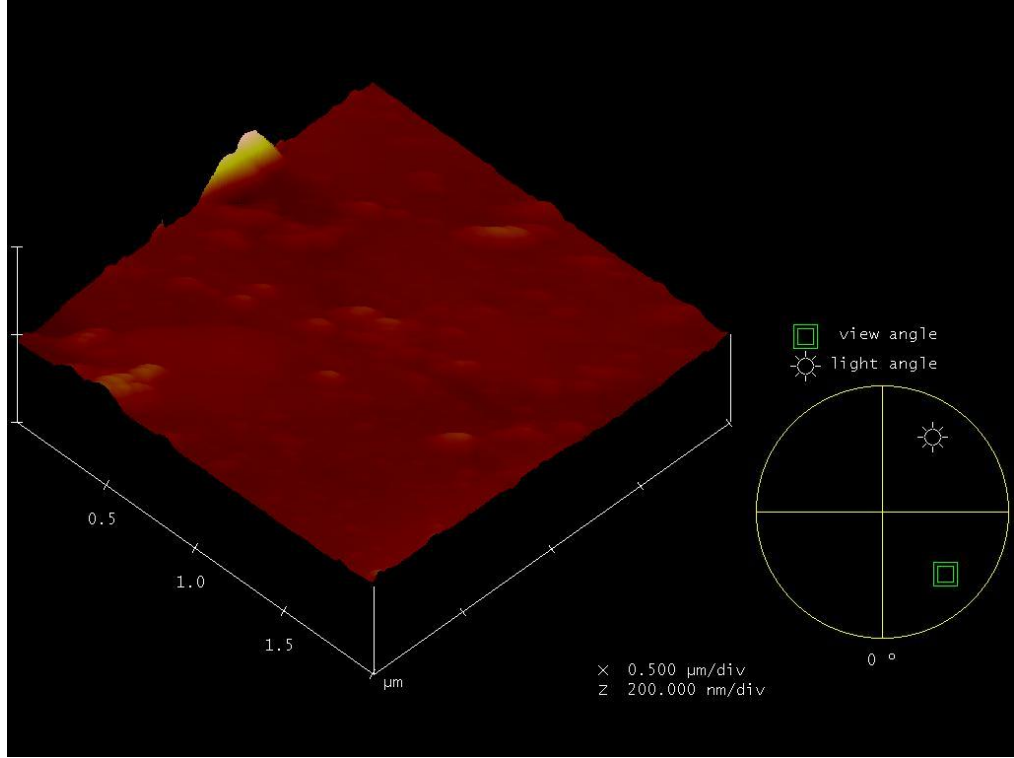
Tarama elektron mikroskobundan alınan resimler, incelendiğinde tüm ege türlerine ait kontrol gruplarında çatlak, kırık veya üretime bağlı herhangi bir deformasyon izlenmedi. Üç farklı ege tipinin de kendine özgü fiziksel görüntüleri saptandı. Protaper retreatment eğelerinin diğer eğelere göre daha düzgün kesitlere sahip olduğu izlendi (Resim 19,23,26).

Üç kez kullanılan tüm eğelerde kullanıma bağlı deformasyonlar, mikro çatlaklar, kesici kısımlarda bükülmeler gözlemlendi. Kontrol grubu ile kıyaslandığında her üç markaya ait tüm eğelerde çeşitli eklentiler gözlemlendi. Üç kez kullanılan hiçbir egede kırık gözlenmedi (Resim 20,21,24,27).

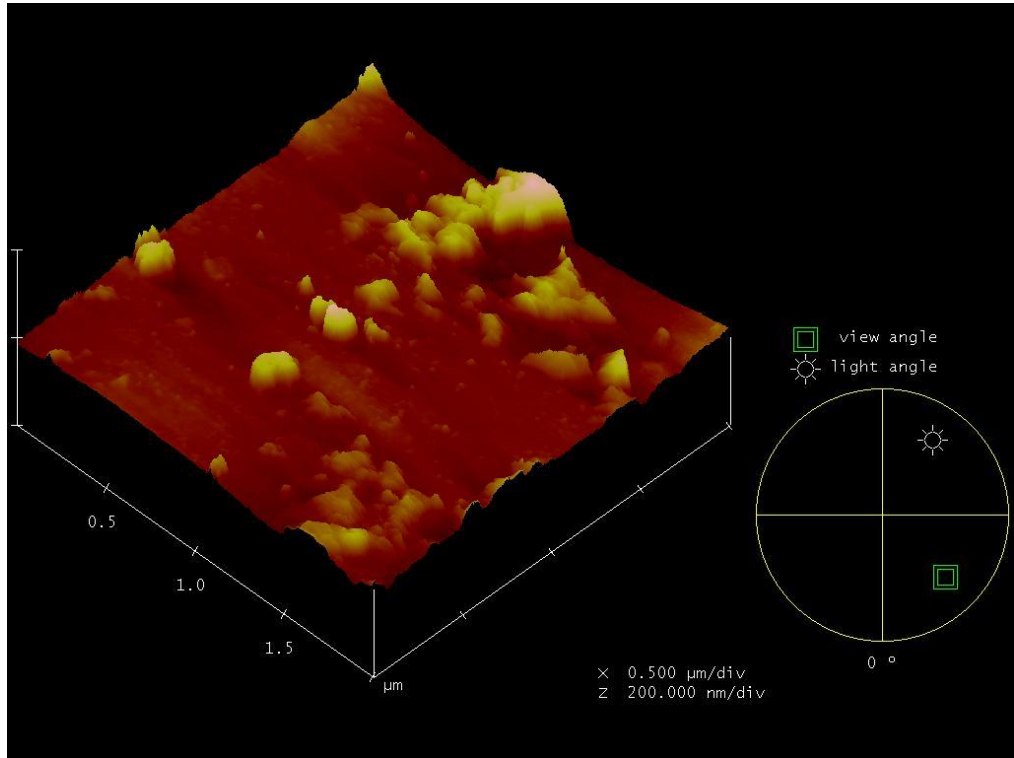
Beş kez kullanılan tüm eğelerde çeşitli deformasyonlar, çatlaklar, bükülmeler görüldü. R2 ve R3 eğelerin X64 ve X65 büyütmedeki görüntülerinde spiral yapısında bozulmalar tespit edildi. Mtwo 25 egesine ait X49 büyütmede spiral yapısında bozulmalar görüldü. Mtwo 15 ege ise 5. kullanımda apikal 1/3'lük kısımdan kırıldı (Resim 22,25,28) .

Sodyum hipoklorit ve kloroform solüsyonu içerisinde bekletilen eğelerin hiçbirinde kontrol grubu ile kıyaslandığında herhangi bir

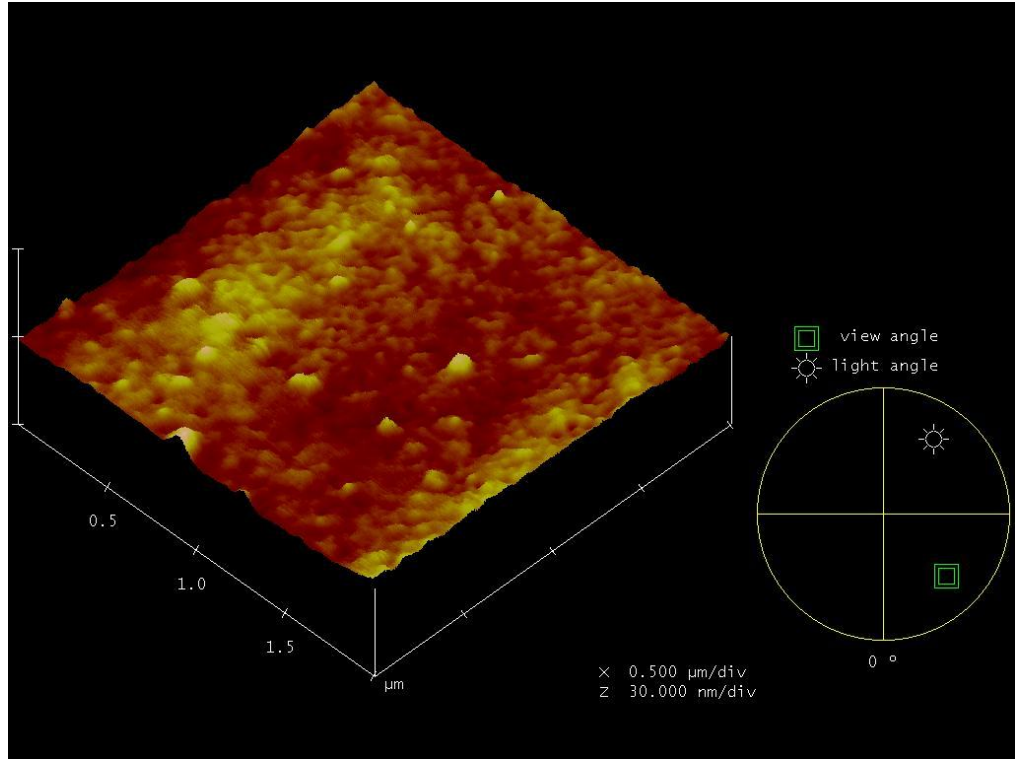
çatlak ya da yüzey bozukluğu görülmedi. Ararda 5 kez sterilizasyon işlemi gören eğelerin hiç birinde kontrol grubu ile kıyaslandığında yüzey bozukluğuna rastlanmadı (Resim 29,30,31,32).



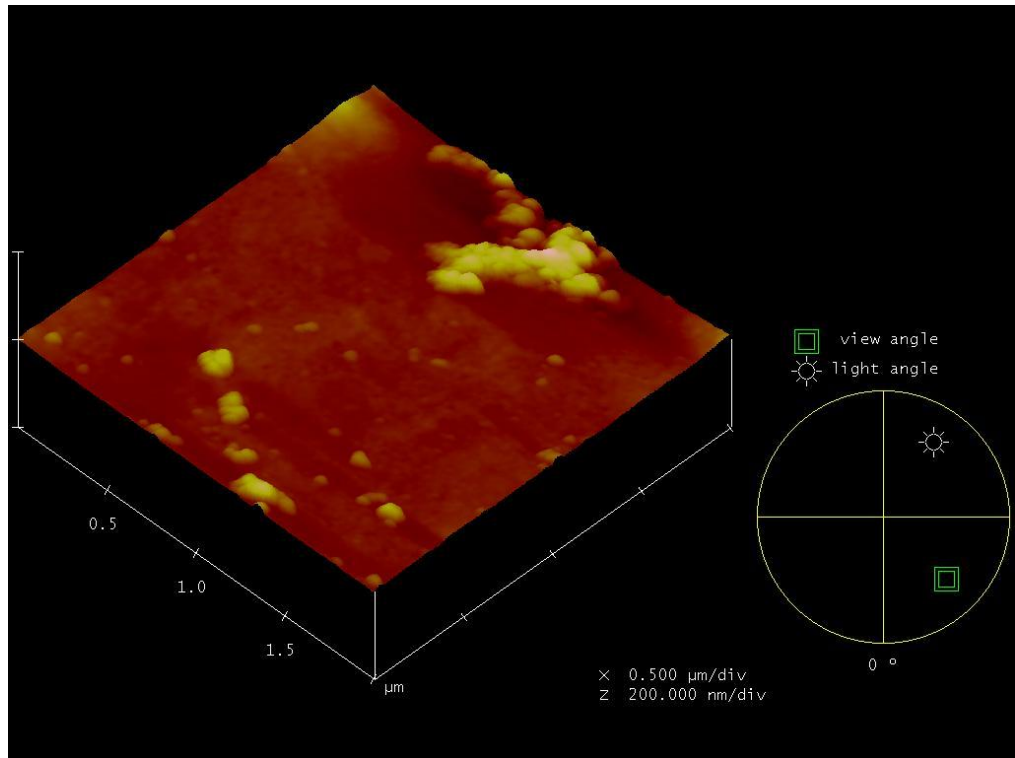
Resim 7: D1 eğesine ait AFM görüntüsü; kontrol



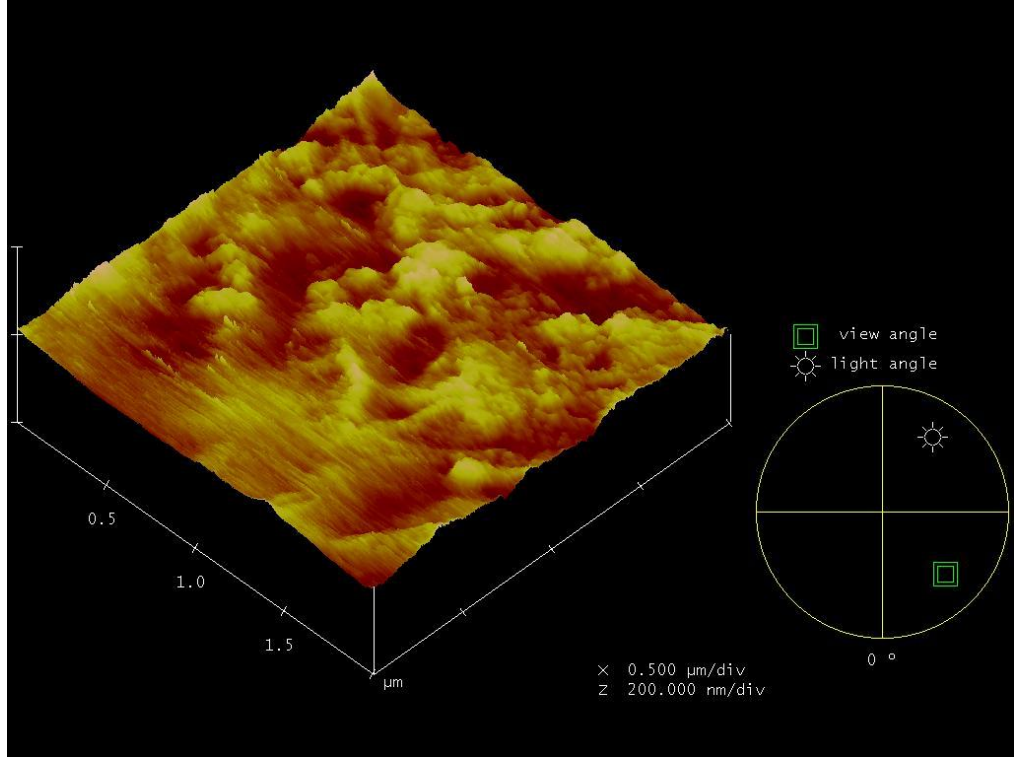
Resim 8:D1 eğesine ait AFM görüntüsü;3 kullanım sonrası



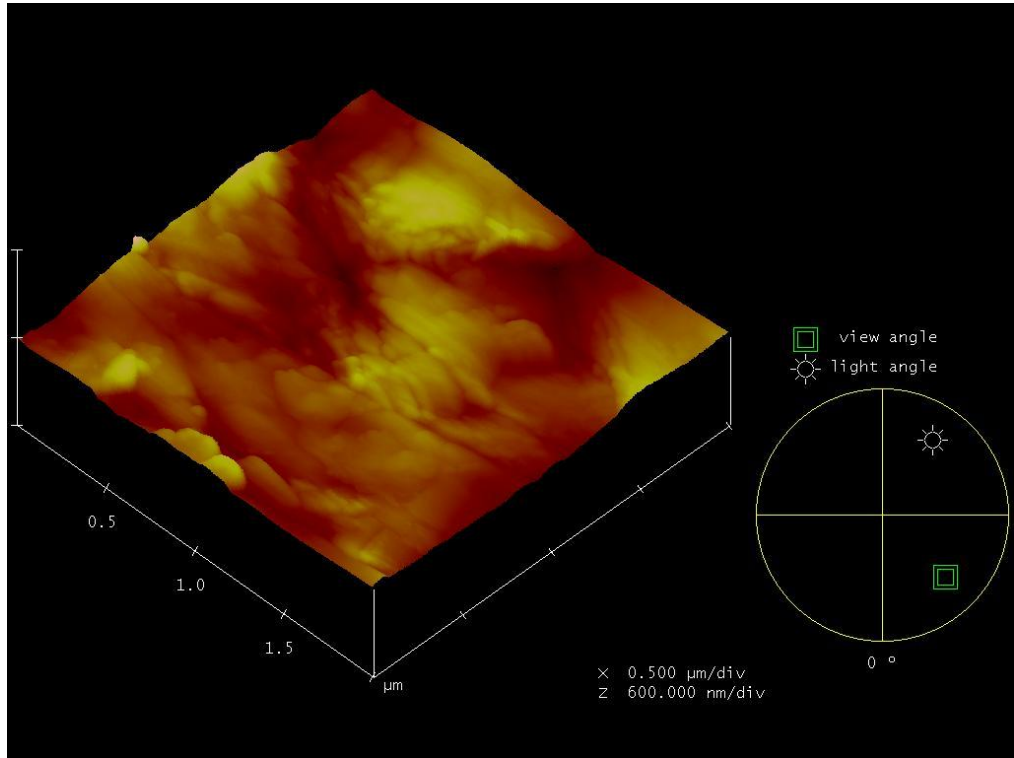
Resim 9:D1 eğesine ait AFM görüntüsü;5 kullanım sonrası



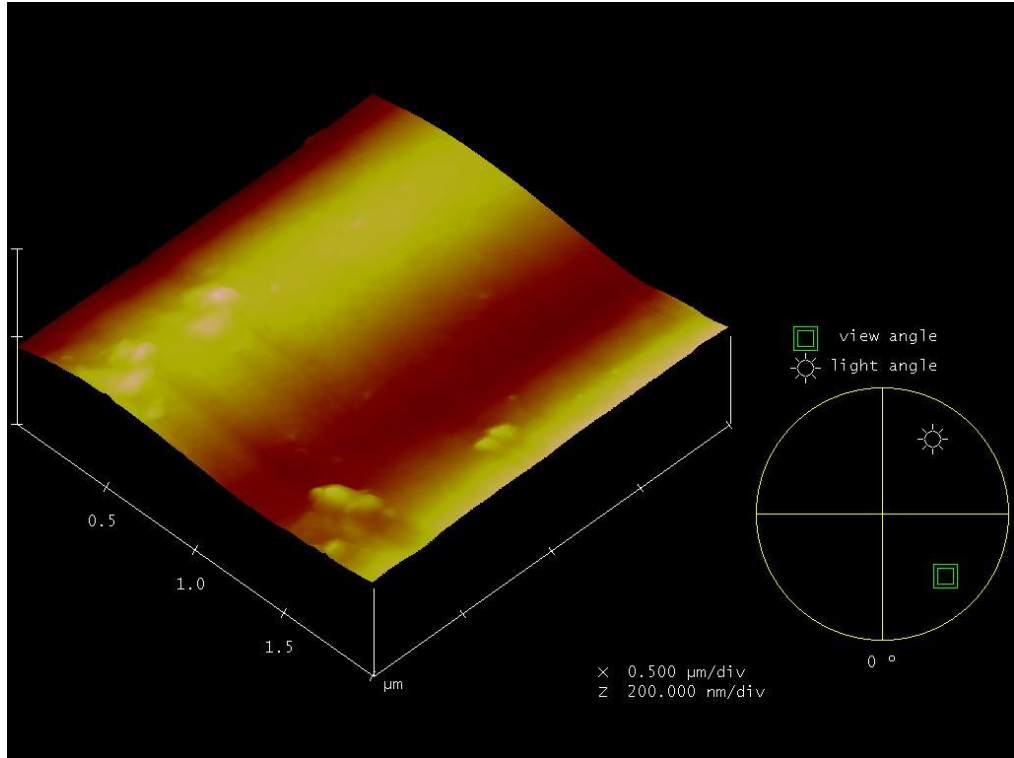
Resim 10: R1 eğesine ait AFM görüntüsü; kontrol



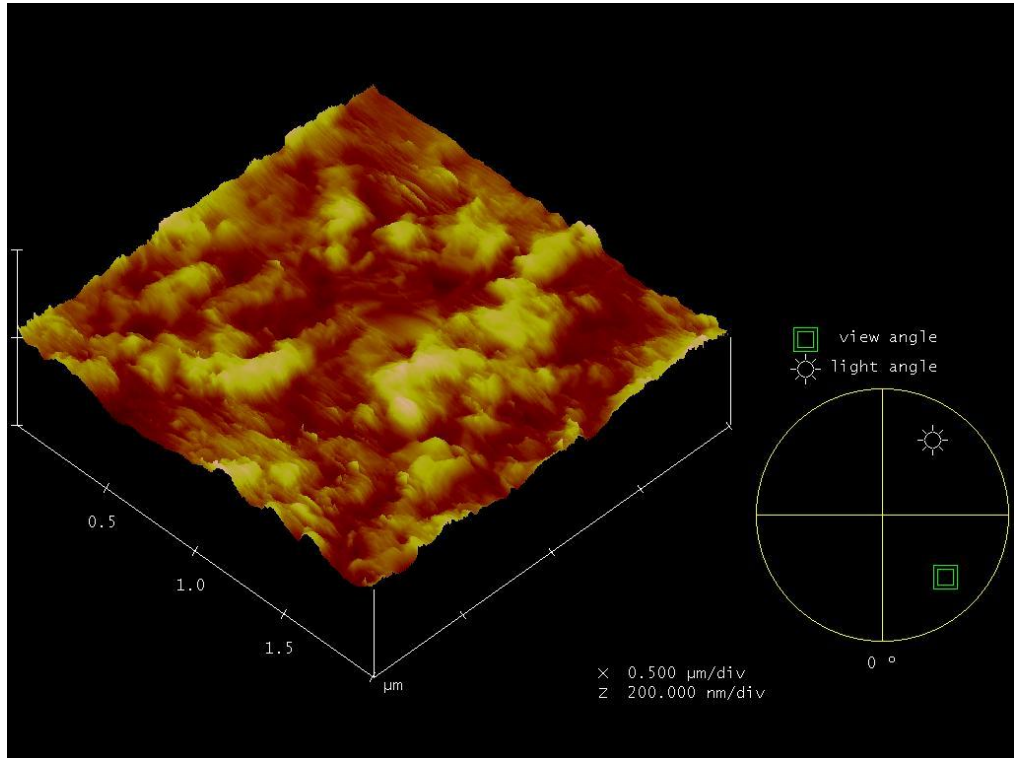
Resim 11: R2 eğesine ait AFM görüntüsü; 3 kullanım sonrası



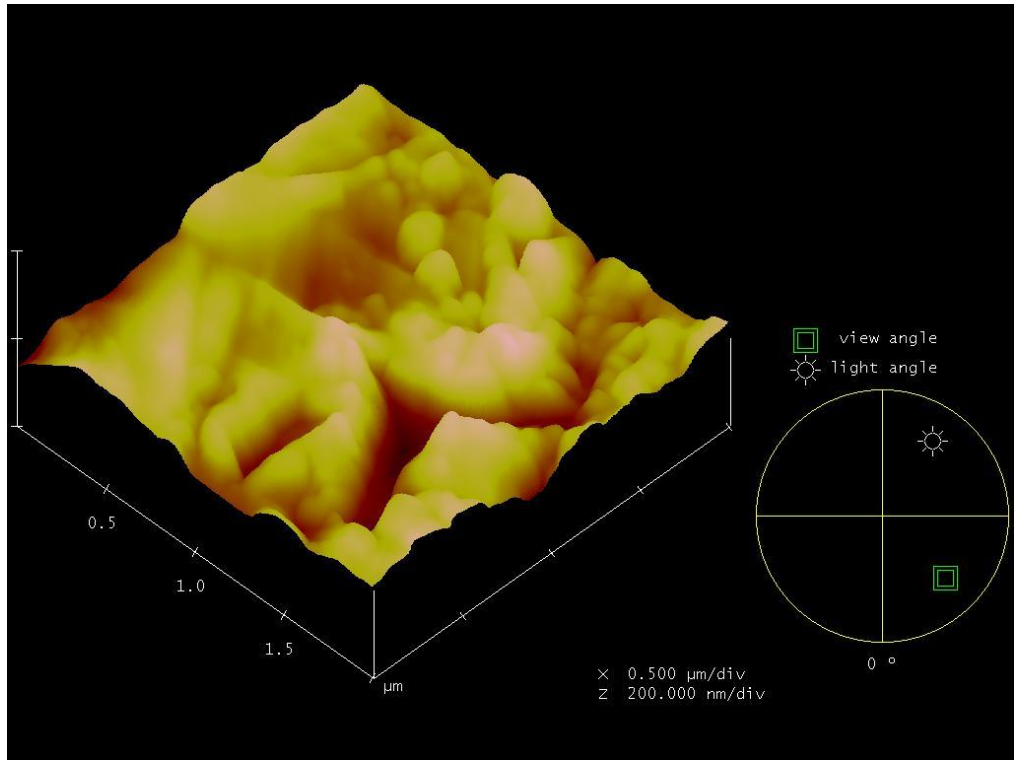
Resim 12: R3 eğesine ait AFM görüntüsü; 5 kullanım sonrası



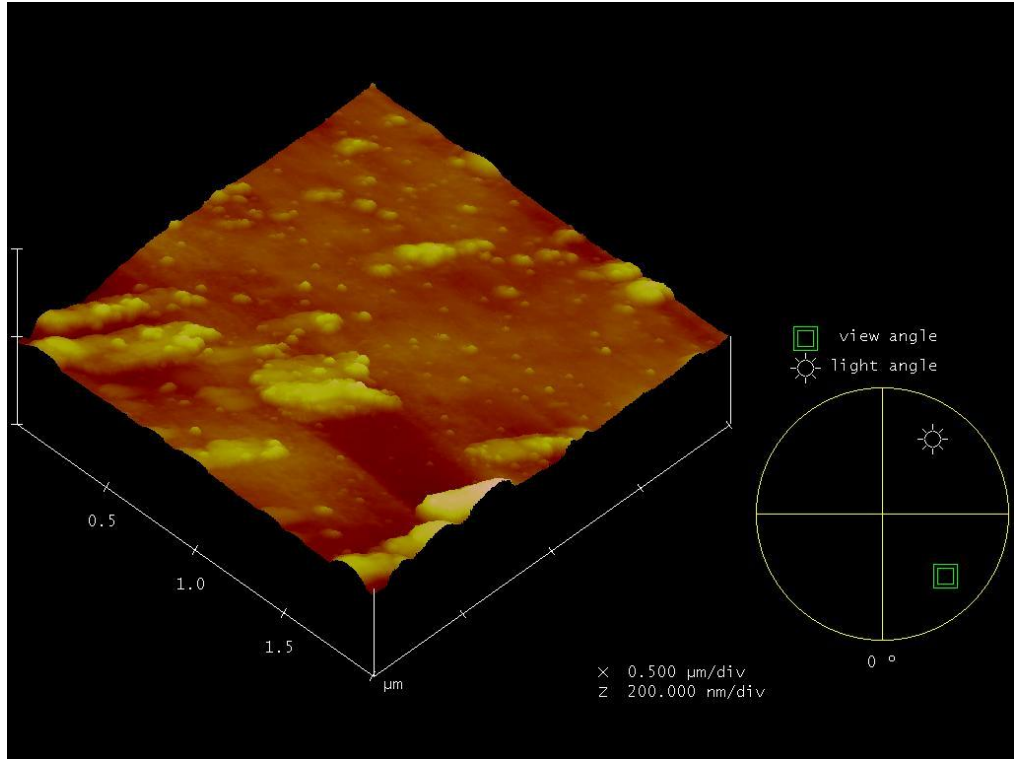
Resim 13: Mt two 25 eğesine ait AFM görüntüsü; kontrol



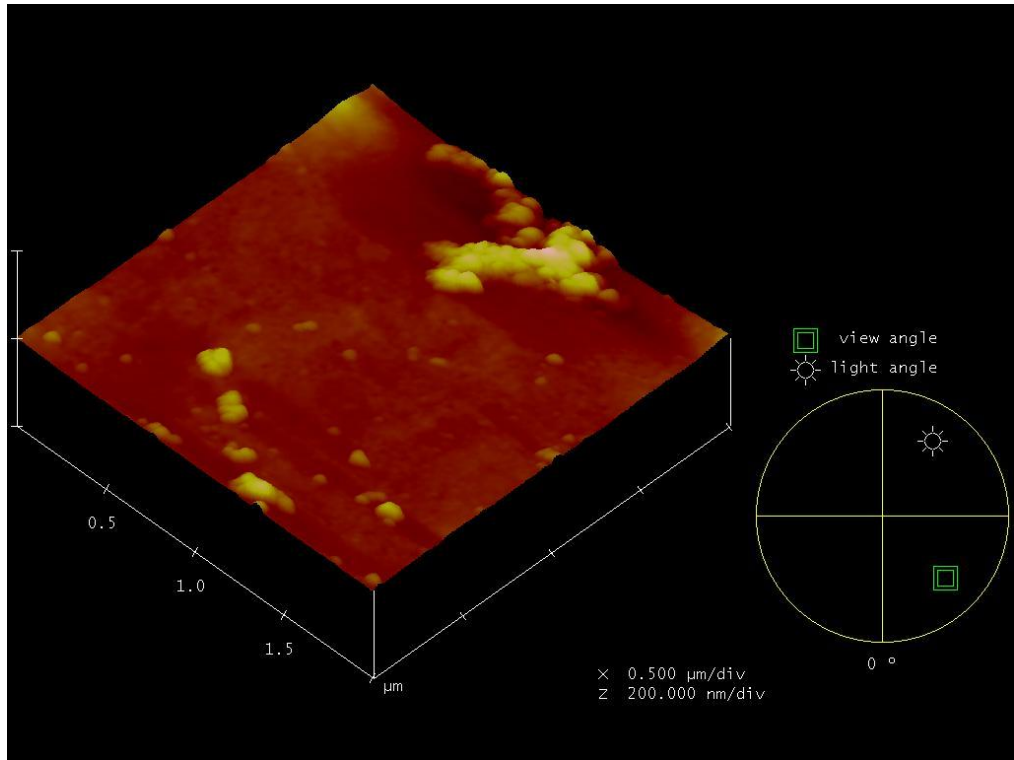
Resim 14: Mt two 25 eğesine ait AFM görüntüsü; 3 kullanım sonrası



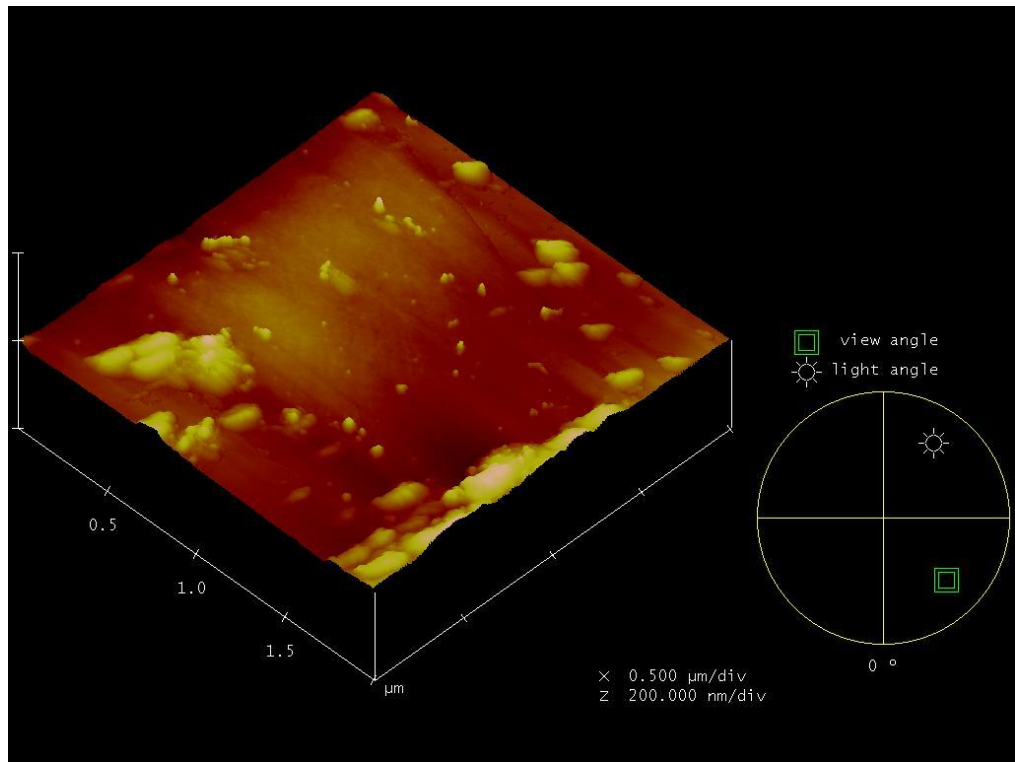
Resim 15: Mtwo 25 eğesine ait AFM görüntüsü; 5 kullanım sonrası



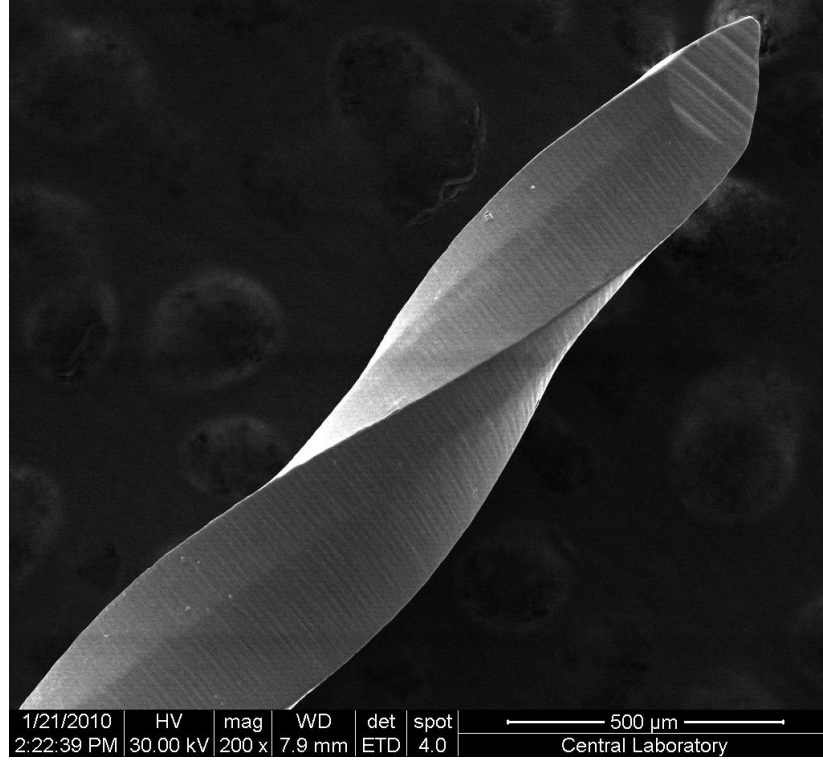
Resim 16: NaOCl solüsyonunda bekletilen R1 eğesine ait AFM görüntüsü



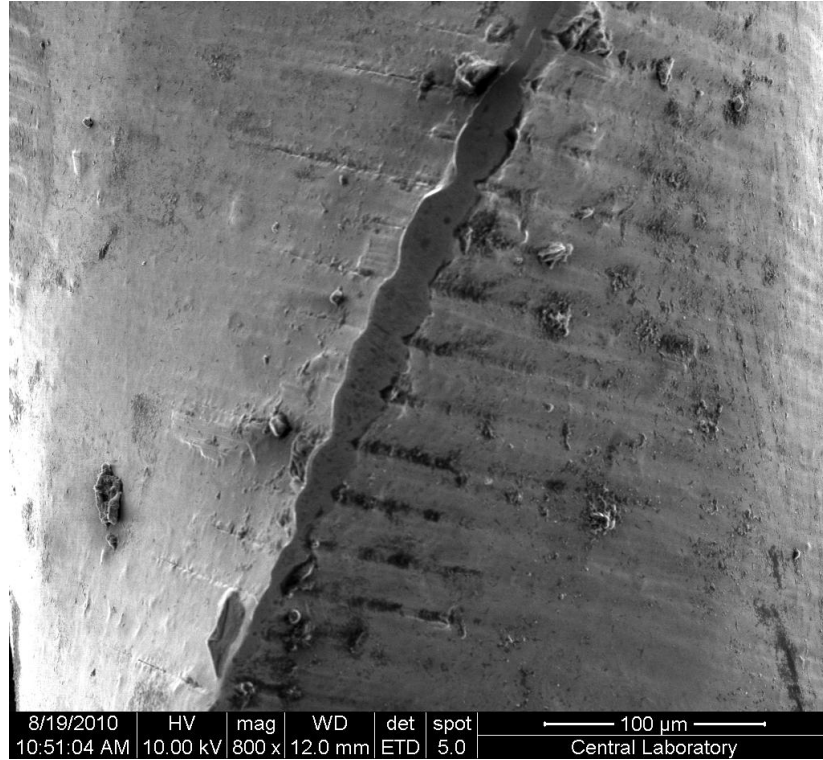
Resim 17: Kloroform solüsyonunda bekletilen D1 eğesine ait AFM görüntüsü



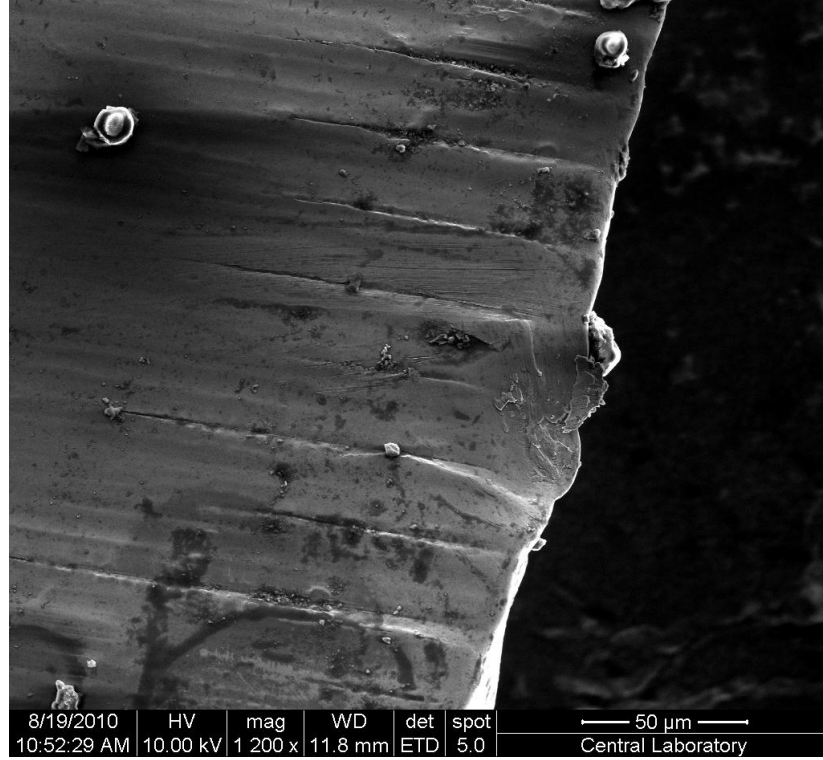
Resim 18: Mtwo 25 eğesinin sterilizasyon işlemleri sonrasında ait AFM görüntüsü



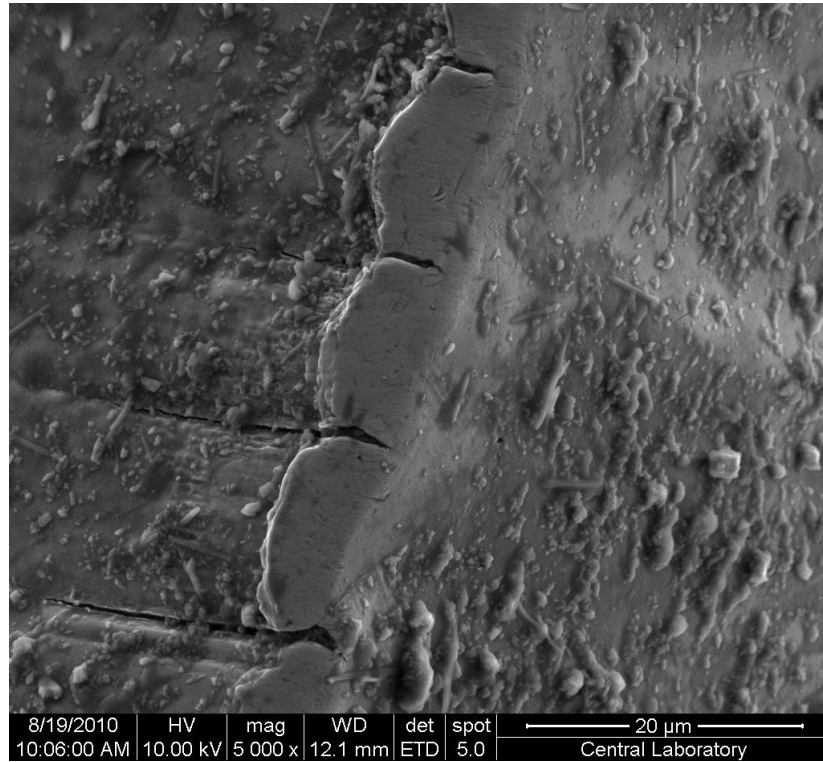
Resim 19: D1 eğesine ait SEM görüntüsü; kontrol



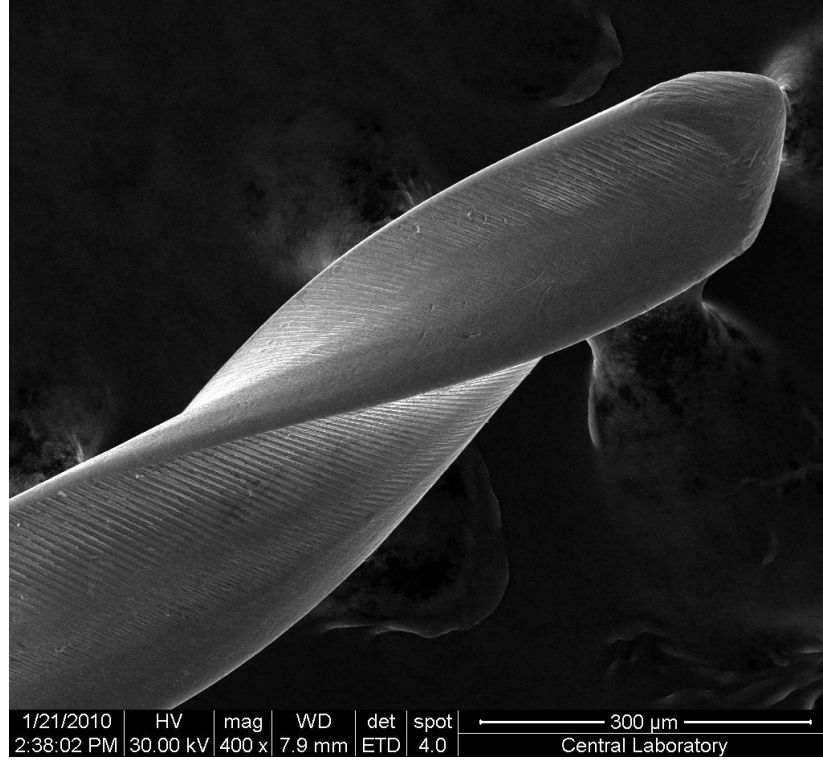
Resim 20: D1 eğesine ait SEM görüntüsü; 3 kullanım sonrası



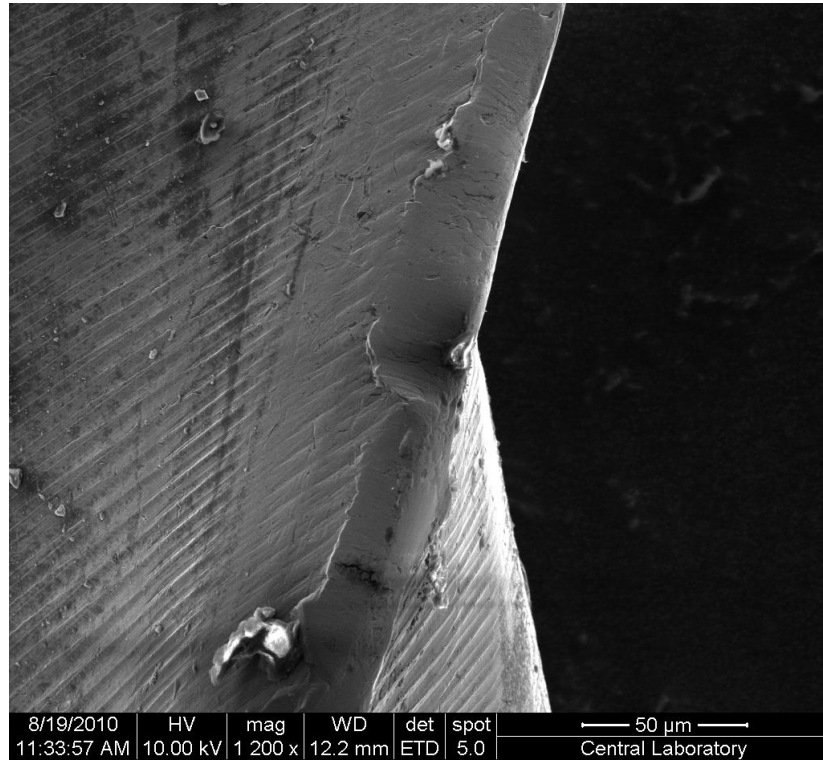
Resim 21: D2 eğesine ait SEM görüntüsü; 3 kullanım



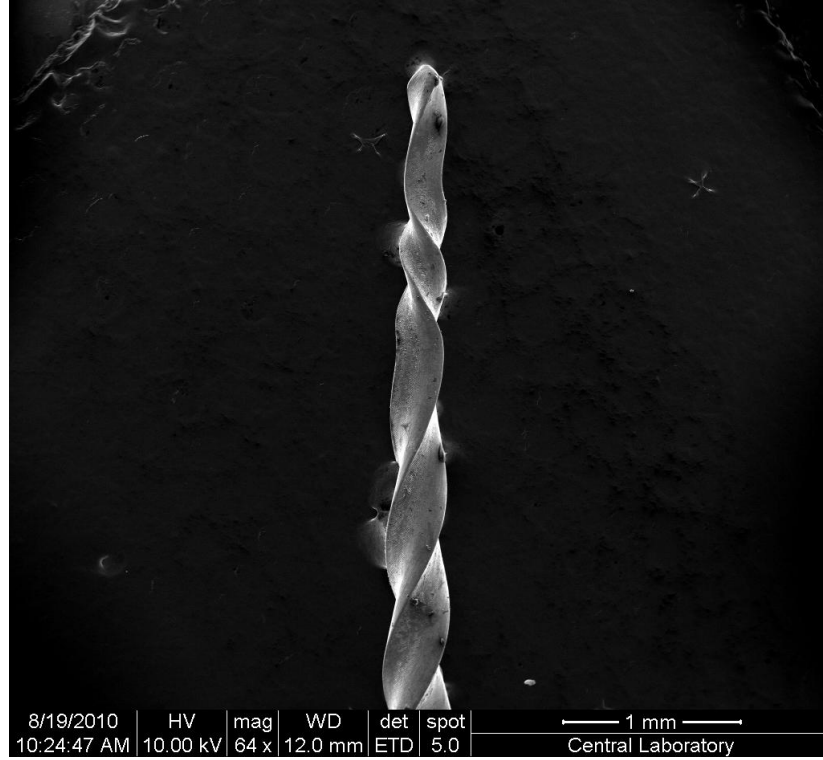
Resim 22: D1 eğesine ait SEM görüntüsü; 5 kullanım



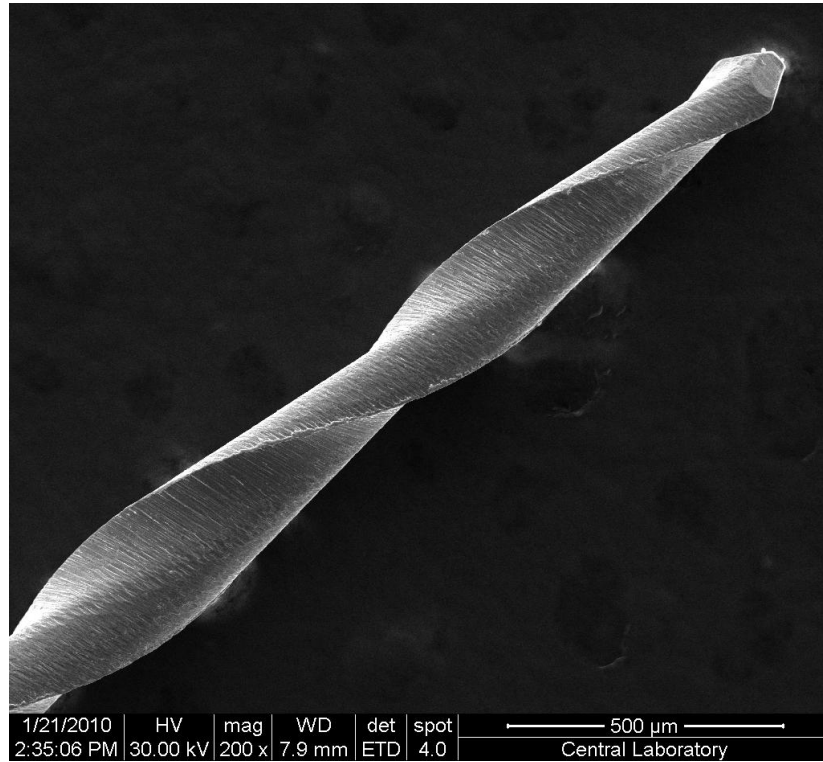
Resim 23: R1 egesine ait SEM görüntüsü; kontrol



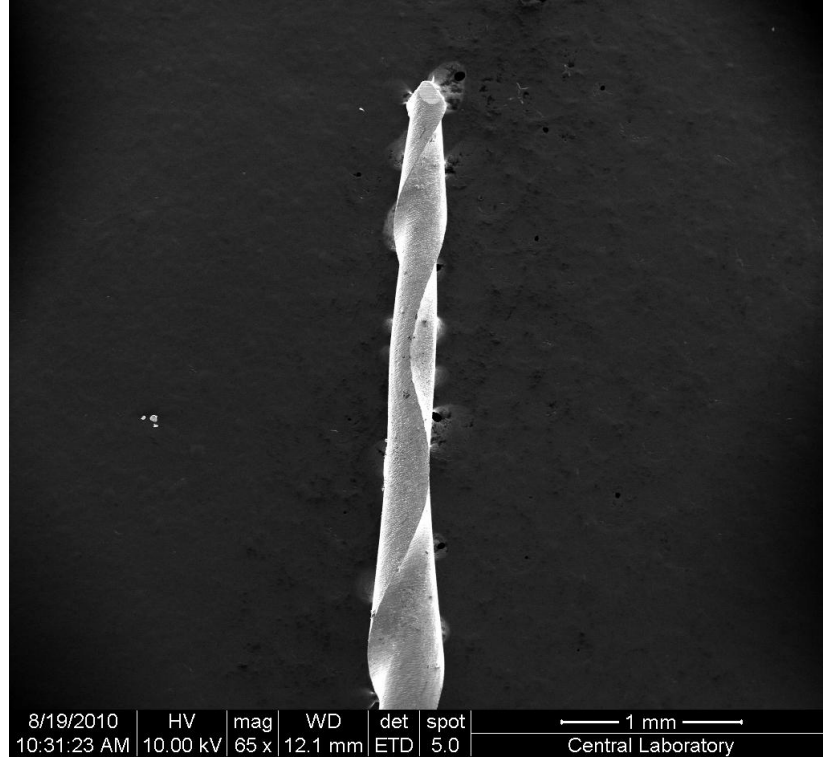
Resim 24: R2 egesine ait SEM görüntüsü; 3 kullanım



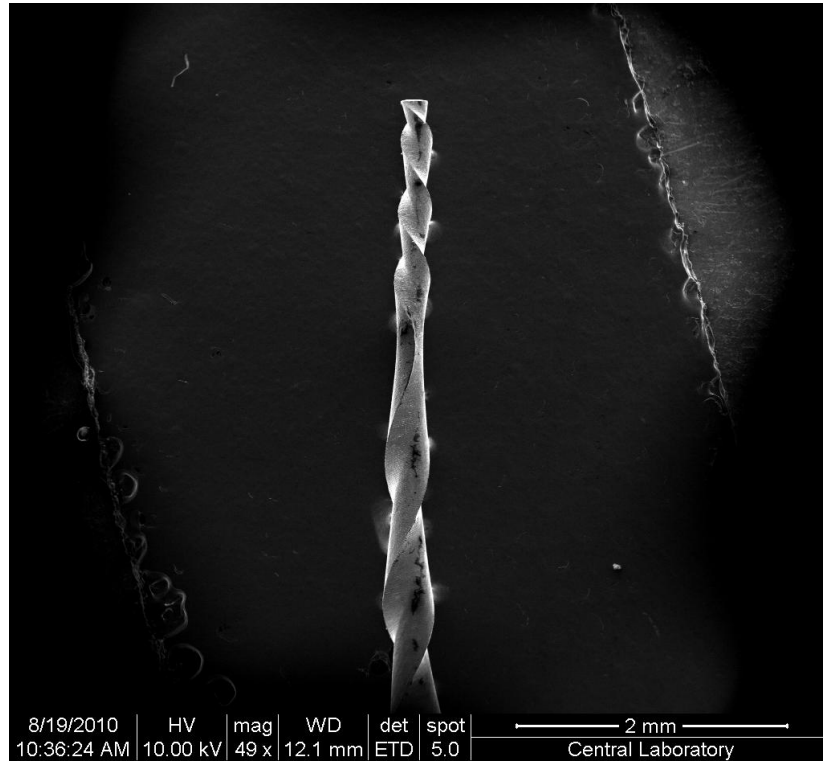
Resim 25: R3 eğesine ait SEM görüntüsü; 5 kullanım



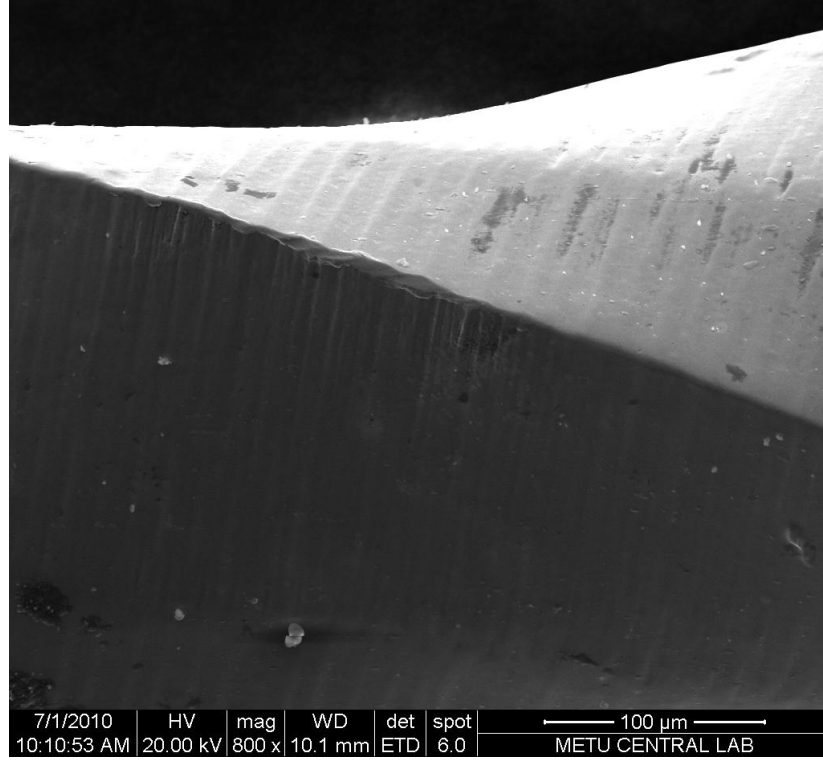
Resim 26: Mt two 25 eğesine ait SEM görüntüsü; kontrol



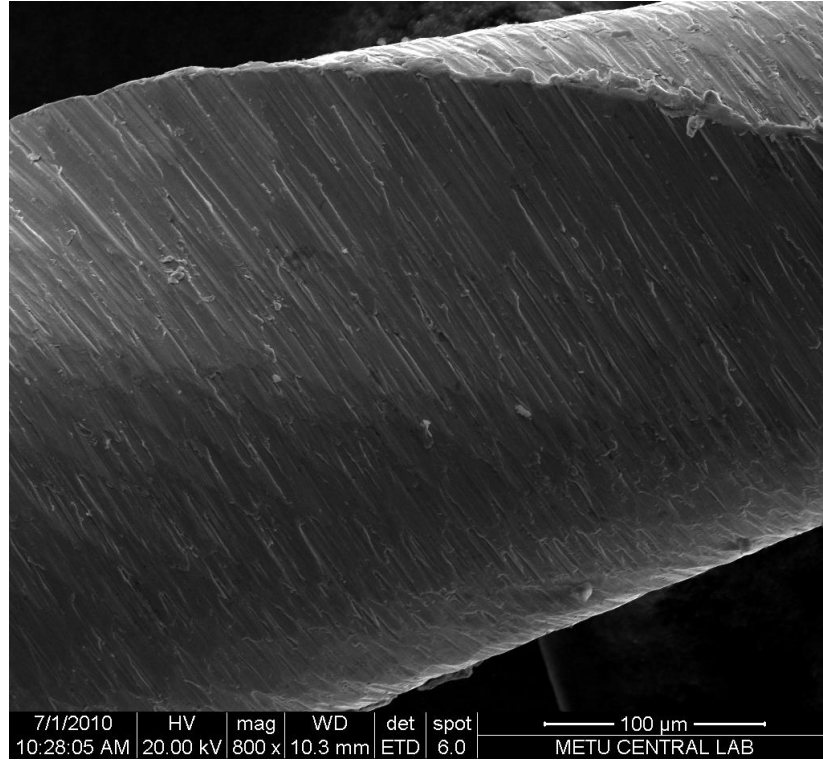
Resim 27: Mtwo 25 eğesine ait SEM görüntüsü; 3 kullanım



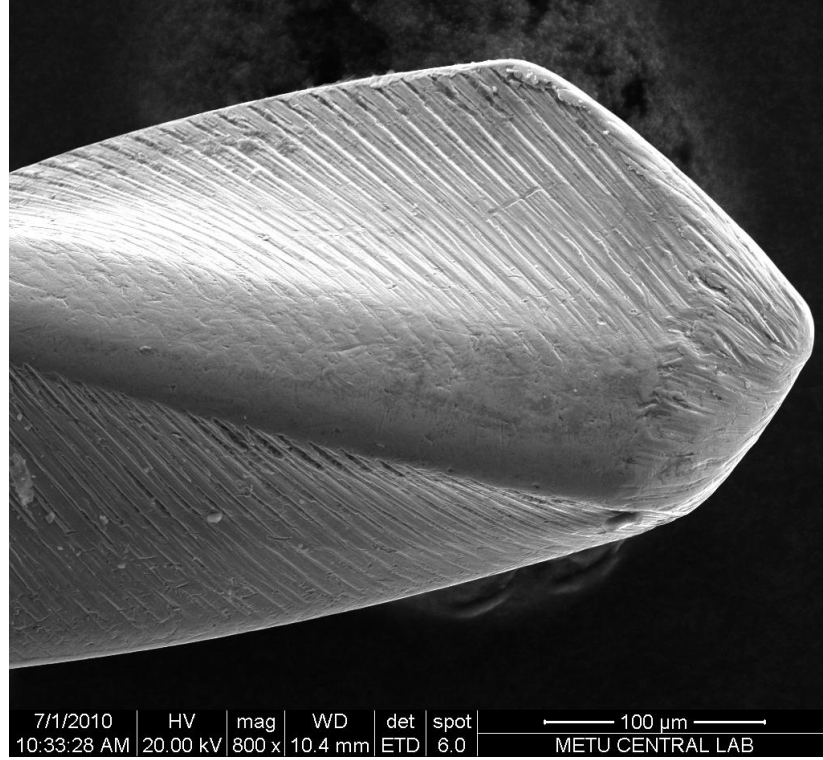
Resim 28: Mtwo 15 eğesine ait SEM görüntüsü; 5 kullanım(kırık)



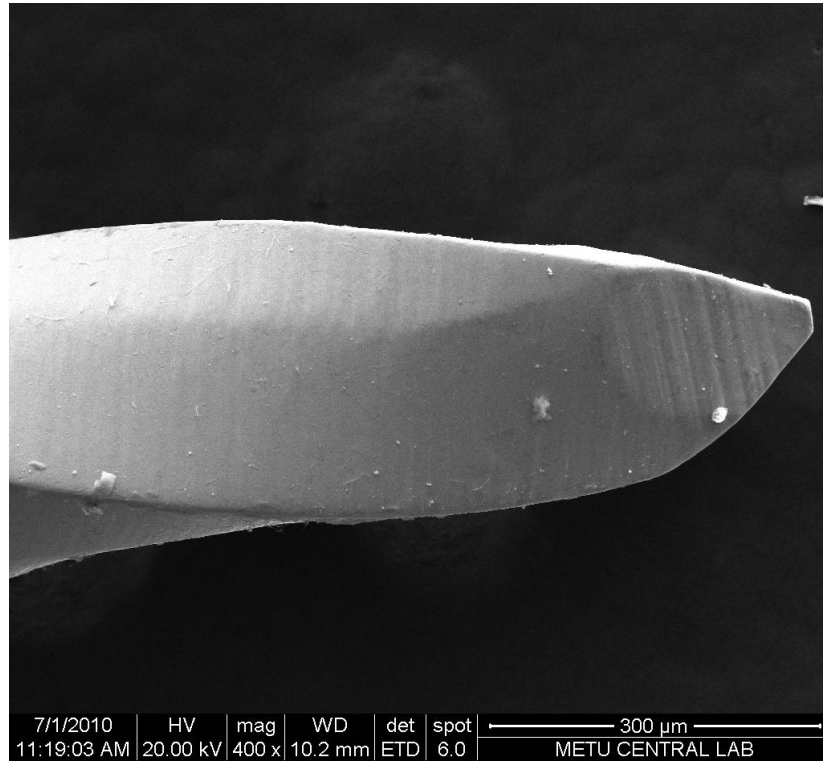
Resim 29: NaOCl solüsyonunda bekletilen D1 eğesi



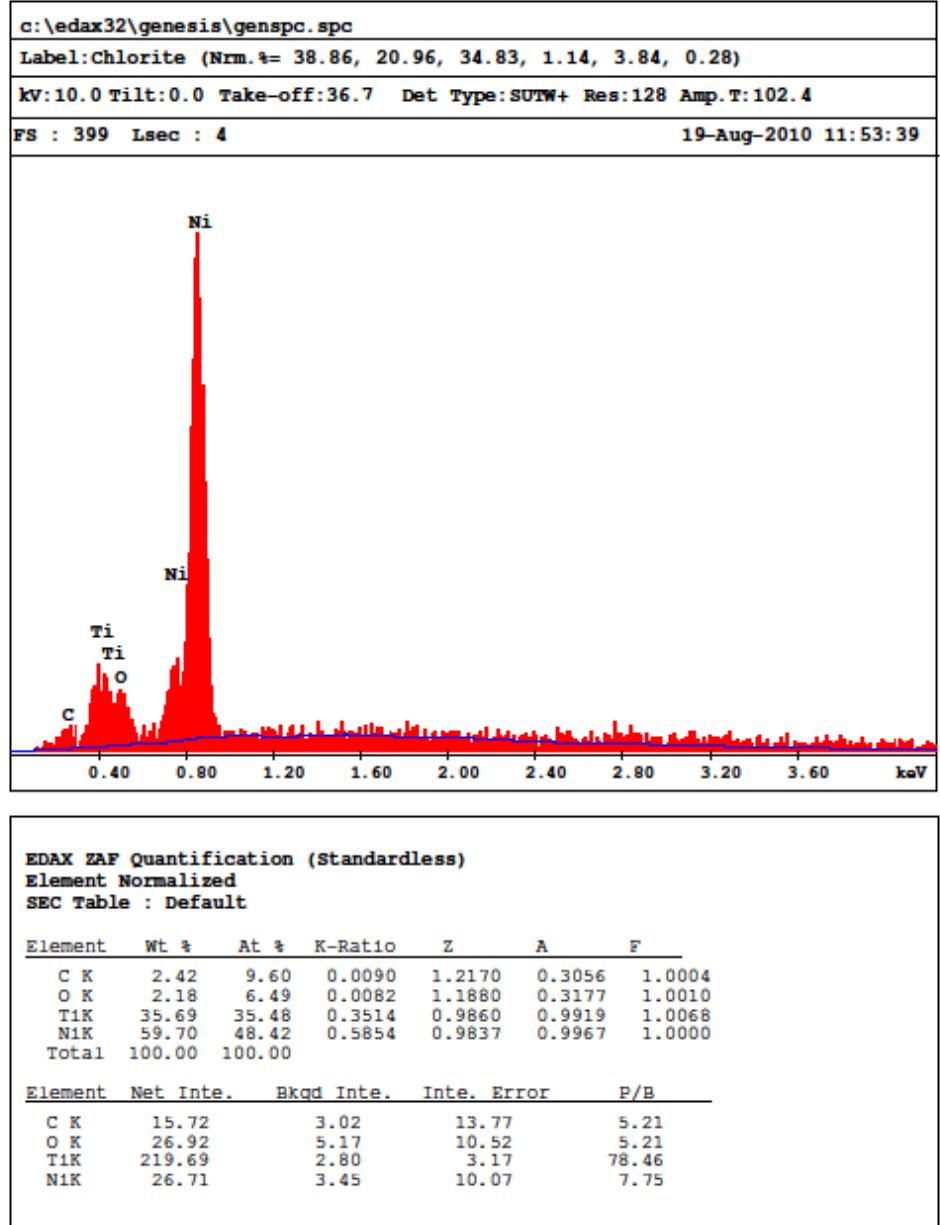
Resim 30: NaOCl solüsyonunda bekletilen Mtwo 25 eğesi



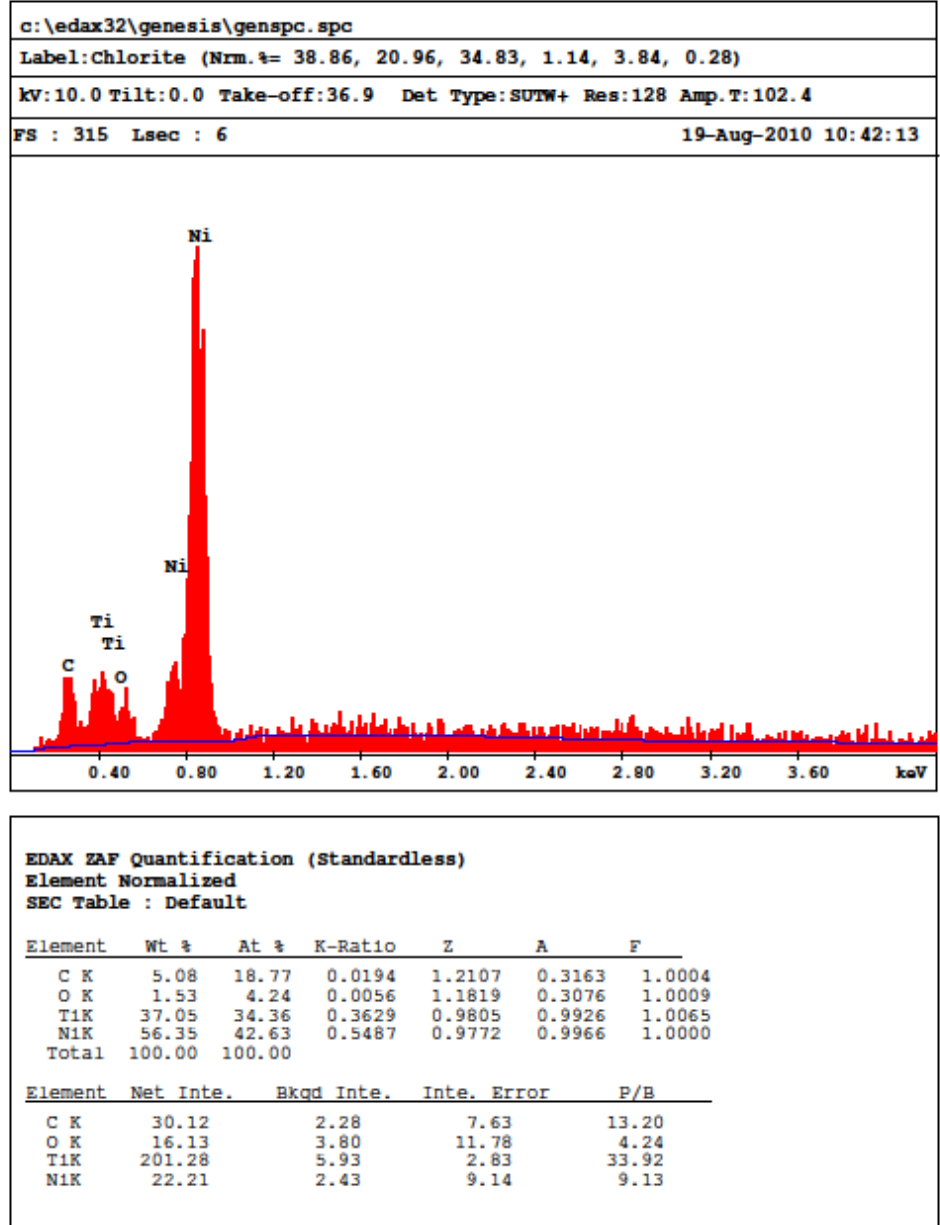
Resim 31: Kloroform solüsyonunda bekletilen R1 eğesi



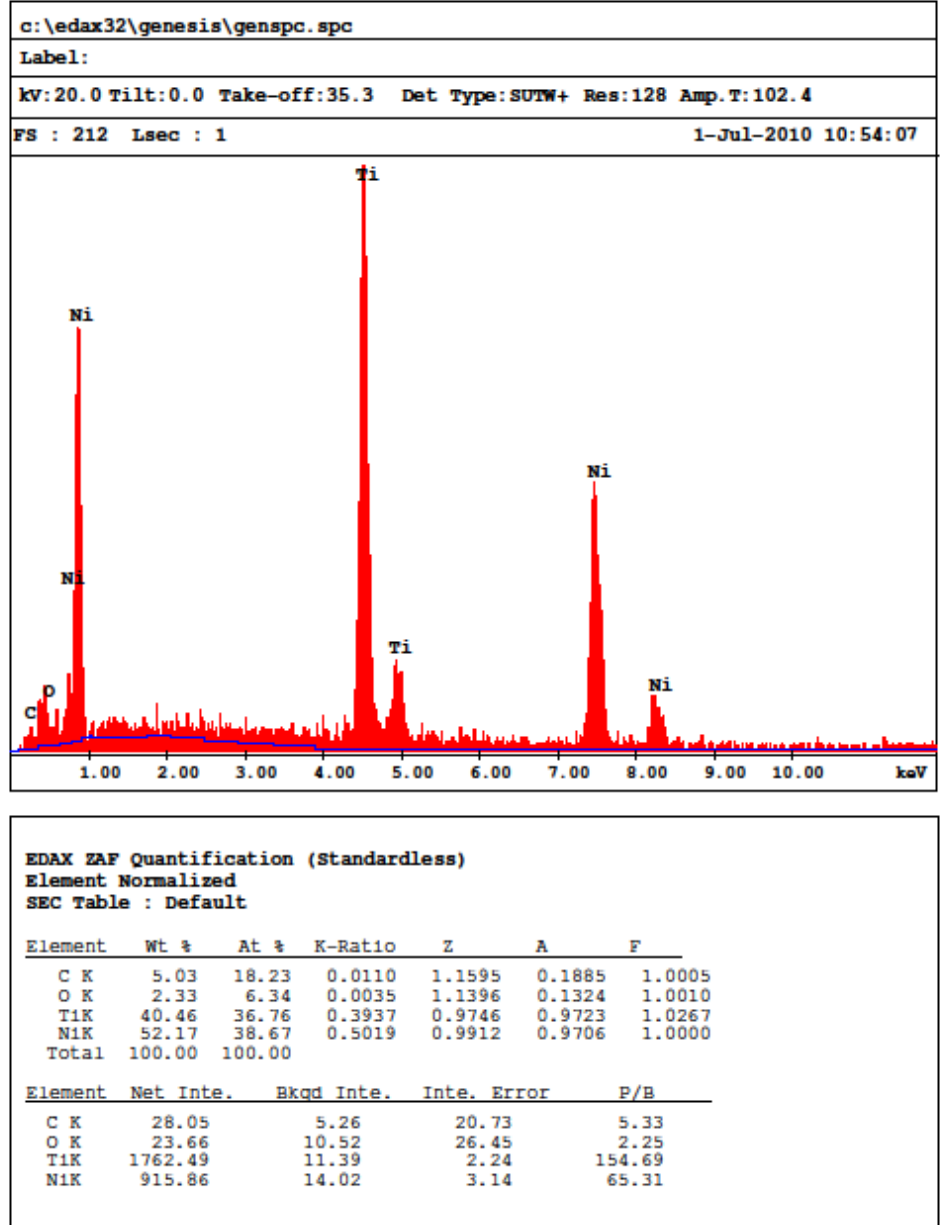
Resim 32: Sterilizasyon işlemleri gören D1 eğesi



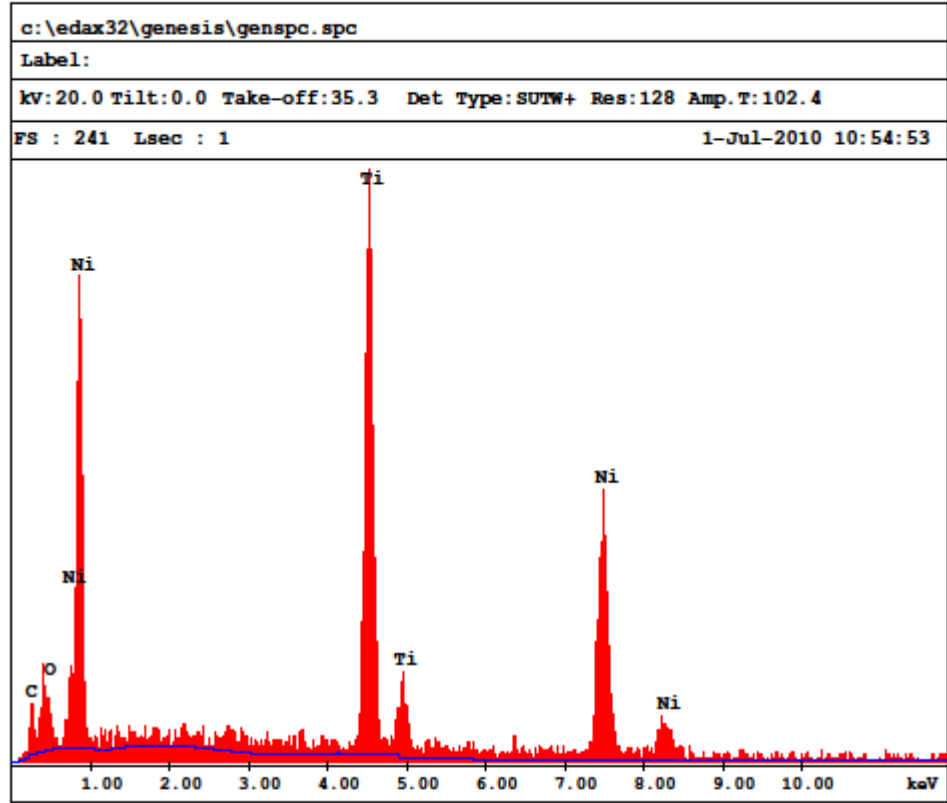
Resim 33: D1 eğesine ait EDX verileri, kontrol



Resim 34: D1 eğesine ait EDX verileri, 5 kullanım



Resim 35: R1 eğesine ait EDX verileri, kontrol



EDAX ZAF Quantification (Standardless)

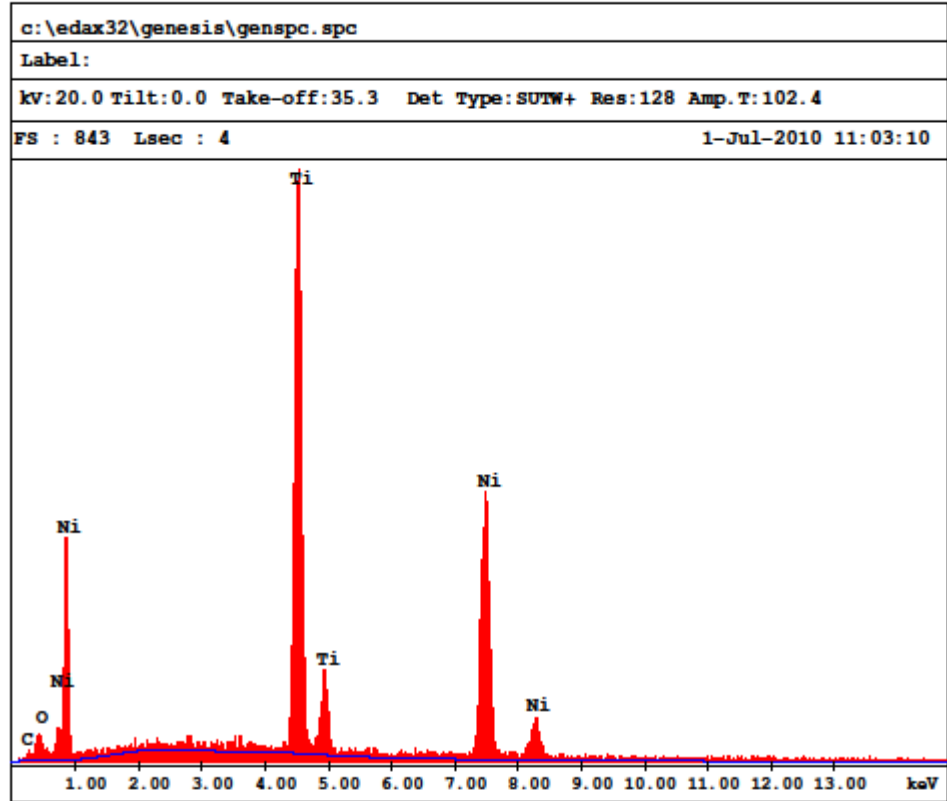
Element Normalized

SEC Table : Default

Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
C K	9.39	29.83	0.0213	1.1479	0.1970	1.0005
O K	3.30	7.87	0.0050	1.1282	0.1341	1.0010
TiK	38.09	30.33	0.3680	0.9644	0.9760	1.0264
NiK	49.21	31.97	0.4696	0.9802	0.9735	1.0000
Total	100.00	100.00				

Element	Net Inte.	Bkgd Inte.	Inte. Error	P/B
C K	57.03	14.46	14.57	3.94
O K	35.34	26.51	23.84	1.33
TiK	1734.14	31.33	2.19	55.36
NiK	902.01	12.85	3.03	70.19

Resim 36: R1 eğesine ait EDX verileri, 5 kullanım



EDAX ZAF Quantification (Standardless)

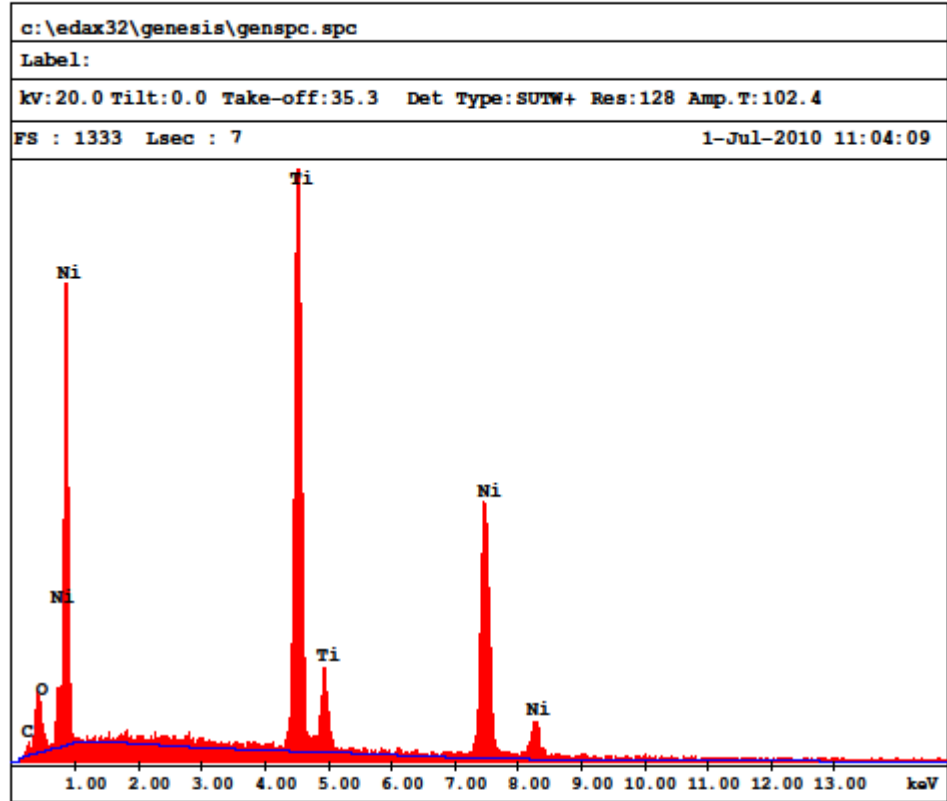
Element Normalized

SEC Table : Default

Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
C K	2.33	9.24	0.0050	1.1670	0.1834	1.0005
O K	1.70	5.07	0.0026	1.1469	0.1312	1.0011
TiK	41.93	41.77	0.4098	0.9812	0.9699	1.0270
NiK	54.04	43.92	0.5226	0.9983	0.9687	1.0000
Total	100.00	100.00				

Element	Net Inte.	Bkgd Inte.	Inte. Error	P/B
C K	11.99	2.44	15.44	4.92
O K	16.26	2.44	12.75	6.67
TiK	1735.52	34.36	1.10	50.51
NiK	902.22	13.01	1.52	69.34

Resim 37: Mtwo25 eġesine ait EDX verileri, kontrol



EDAX ZAF Quantification (Standardless)

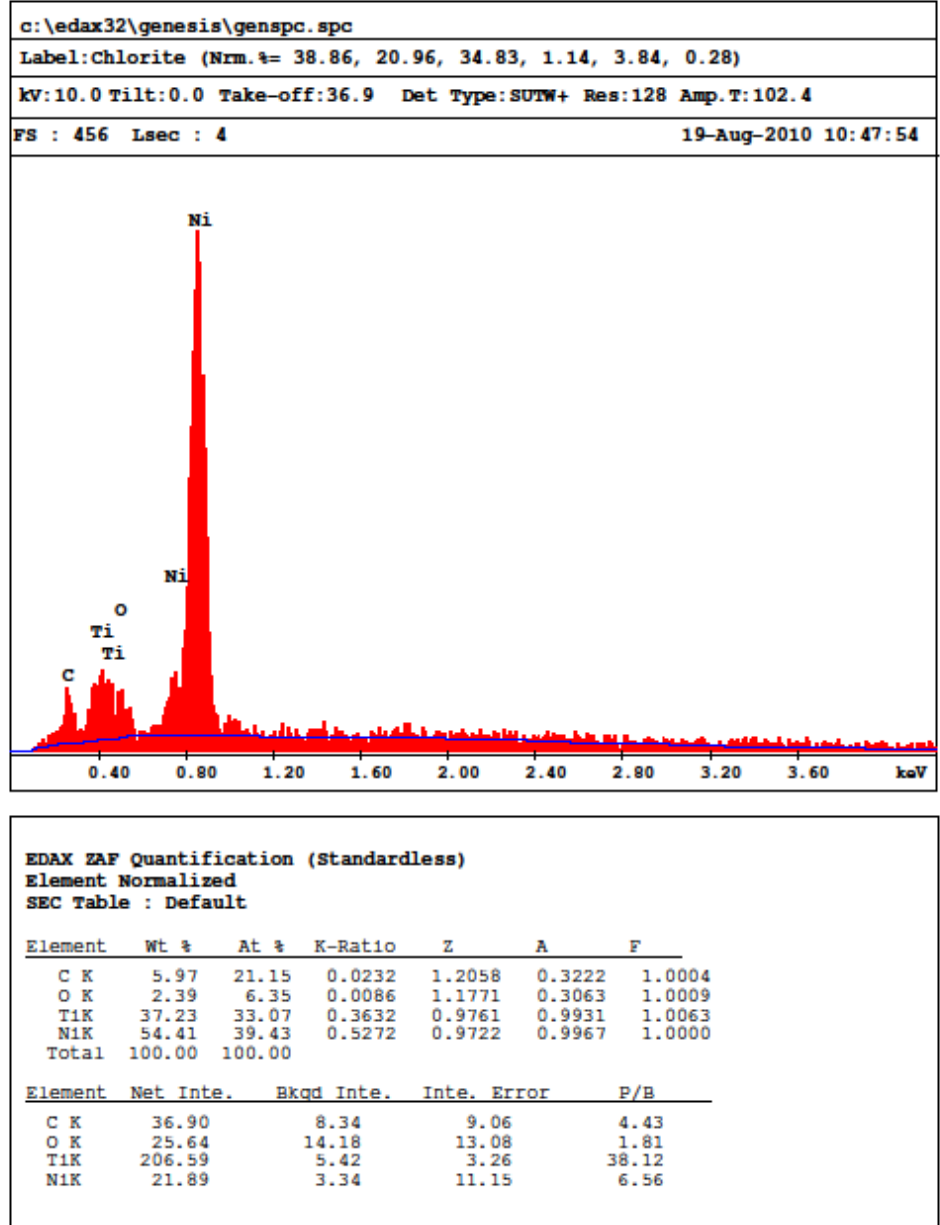
Element Normalized

SEC Table : Default

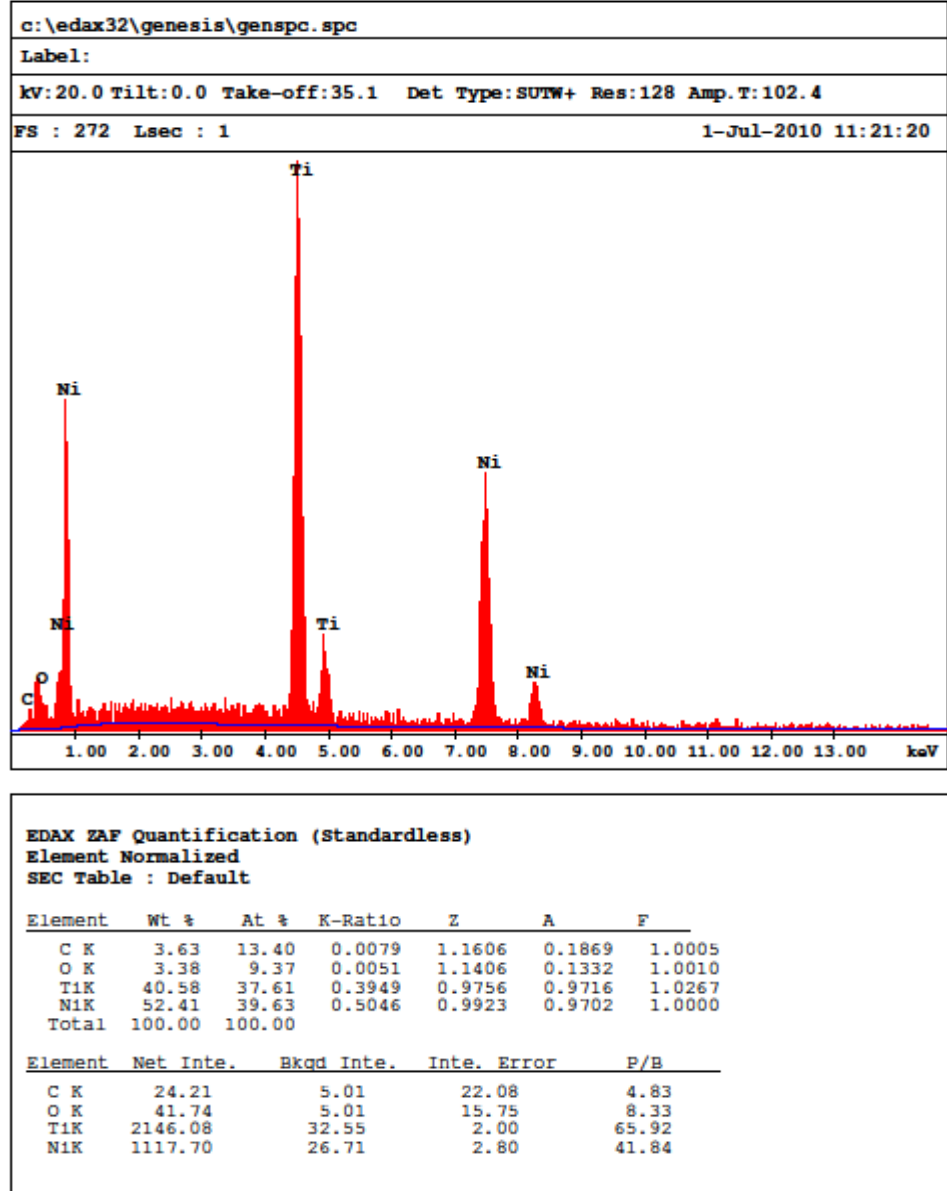
Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
C K	2.17	8.57	0.0047	1.1663	0.1840	1.0006
O K	2.24	6.63	0.0034	1.1462	0.1313	1.0010
TiK	42.03	41.57	0.4106	0.9806	0.9702	1.0267
NiK	53.56	43.22	0.5176	0.9976	0.9687	1.0000
Total	100.00	100.00				

Element	Net Inte.	Bkgd Inte.	Inte. Error	P/B
C K	11.48	13.45	19.61	0.85
O K	21.90	20.58	13.17	1.06
TiK	1775.49	42.87	0.88	41.42
NiK	912.28	21.11	1.23	43.22

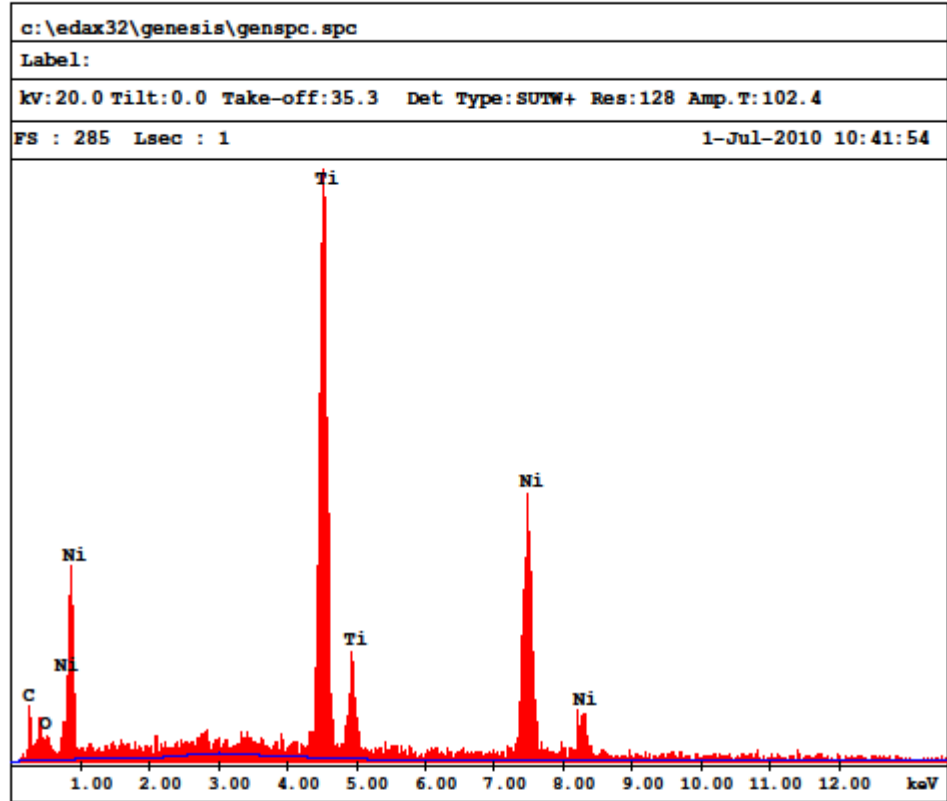
Resim 38: Mtwo25 eğesine ait EDX verileri, 5 kullanım



Resim 39: NaOCl solüsyonunda bekletilen D1 eğesine ait EDX verileri



Resim 40: NaOCl solüsyonunda bekletilen R1 eğesine ait EDX verileri

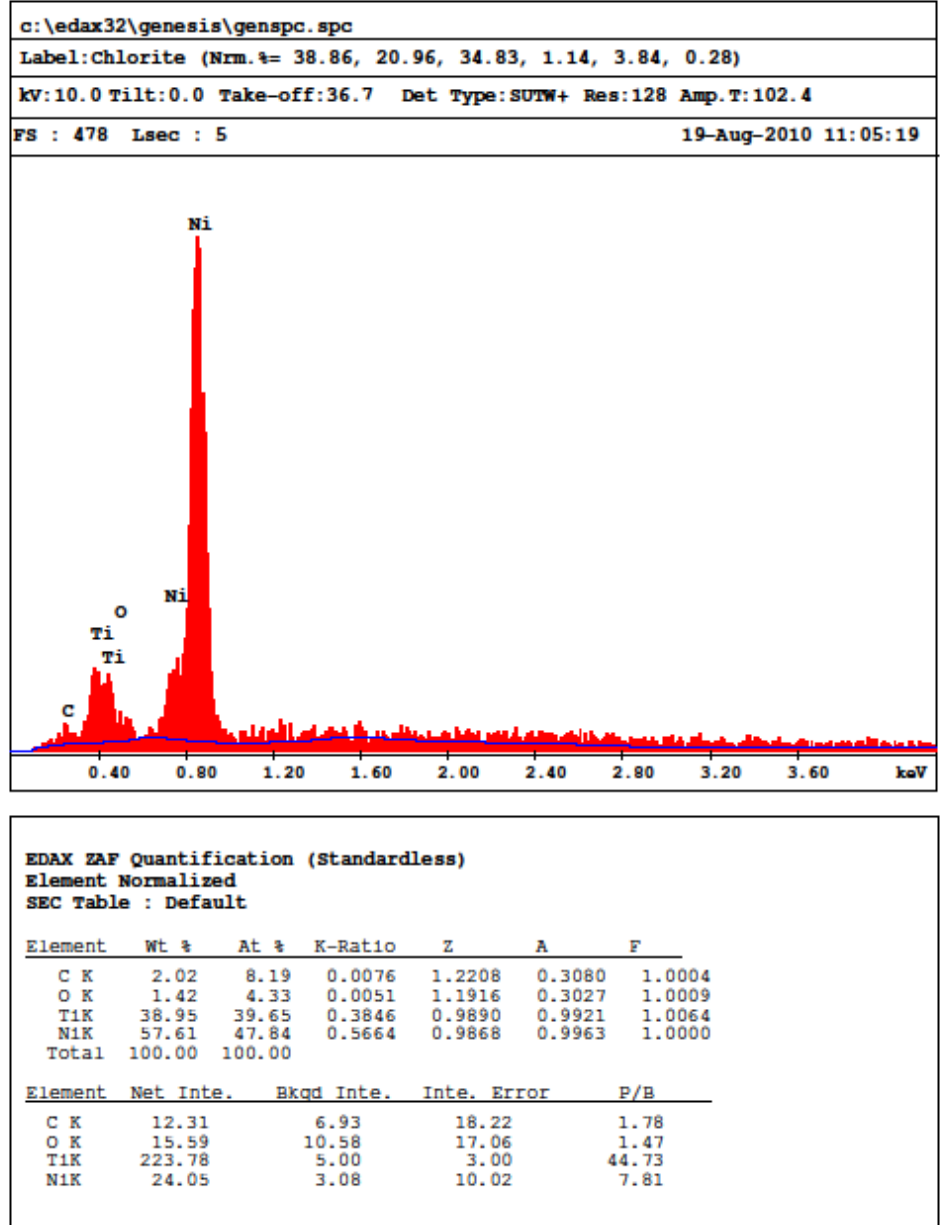


EDAX ZAF Quantification (Standardless)
 Element Normalized
 SEC Table : Default

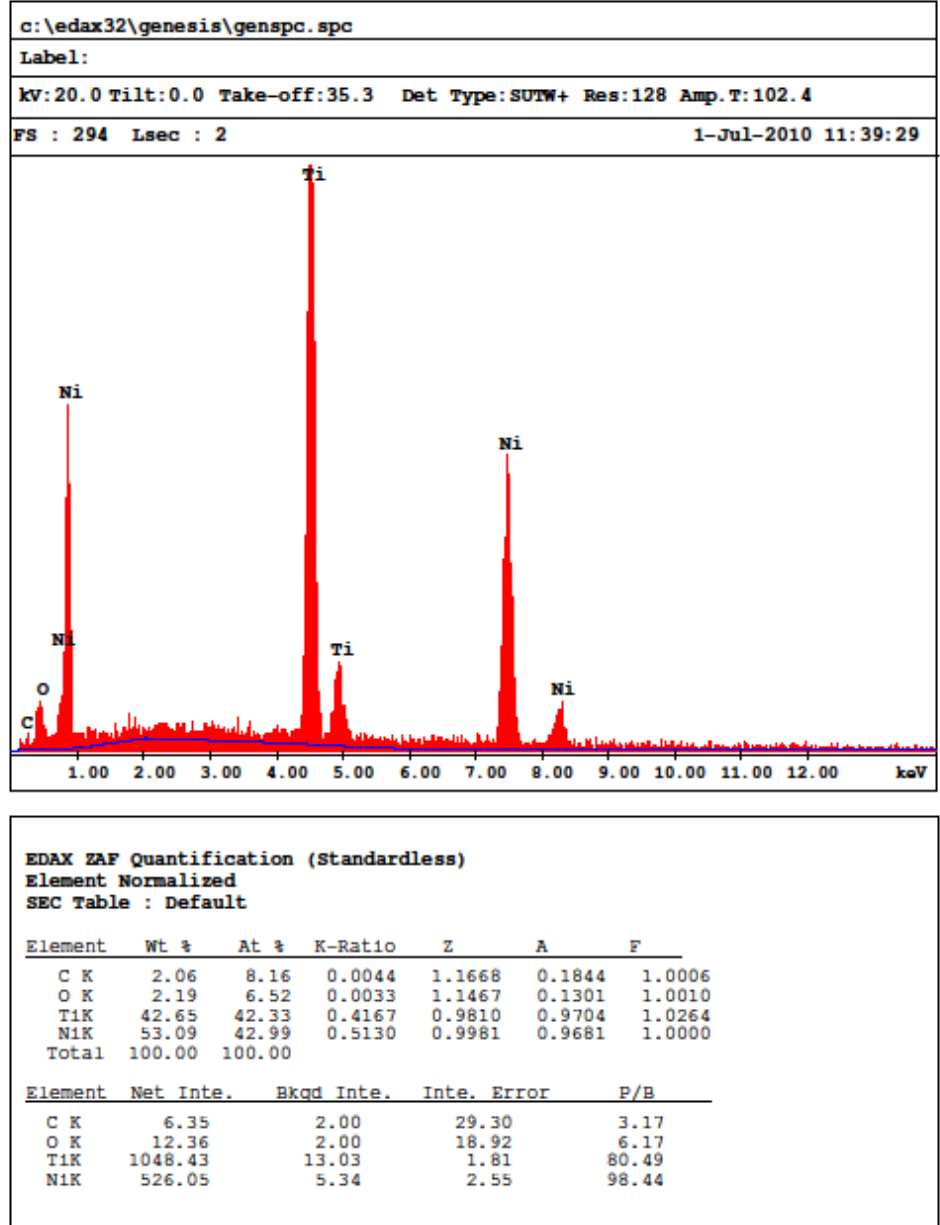
Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
C K	10.32	31.90	0.0235	1.1454	0.1989	1.0005
O K	3.55	8.25	0.0054	1.1258	0.1345	1.0010
TiK	37.56	29.12	0.3622	0.9621	0.9767	1.0263
NiK	48.57	30.73	0.4627	0.9778	0.9742	1.0000
Total	100.00	100.00				

Element	Net Inte.	Bkgd Inte.	Inte. Error	P/B
C K	66.06	3.92	10.52	16.83
O K	39.90	3.92	14.01	10.17
TiK	1788.75	17.00	1.93	105.19
NiK	931.33	10.46	2.68	89.00

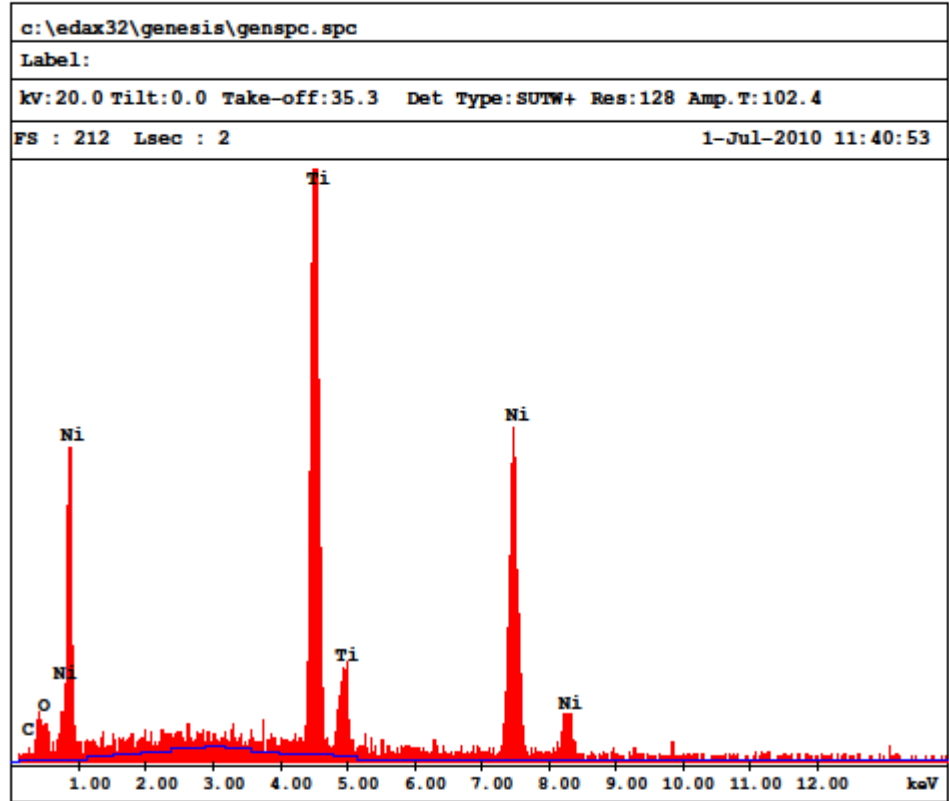
Resim 41: NaOCl solüsyonunda bekletilen Mtwo25 eğesine ait EDX verileri



Resim 42: Kloroform solüsyonunda bekletilen D1 eğesine ait EDX verileri



Resim 43: Kloroform solüsyonunda bekletilen R1 eğesine ait EDX verileri



EDAX ZAF Quantification (Standardless)

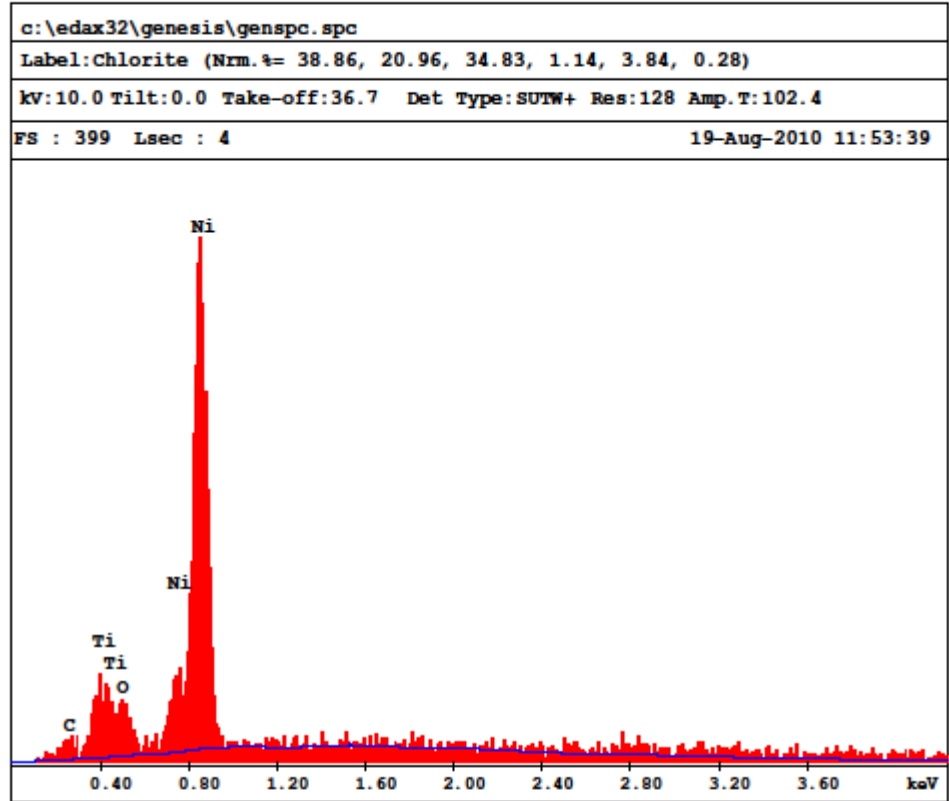
Element Normalized

SEC Table : Default

Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
C K	1.82	7.05	0.0039	1.1638	0.1832	1.0005
O K	3.71	10.80	0.0058	1.1438	0.1359	1.0011
TiK	40.13	39.03	0.3914	0.9784	0.9700	1.0275
NiK	54.34	43.12	0.5248	0.9954	0.9703	1.0000
Total	100.00	100.00				

Element	Net Inte.	Bkgd Inte.	Inte. Error	P/B
C K	5.41	2.50	38.46	2.17
O K	21.24	2.50	15.56	8.50
TiK	960.85	16.24	2.12	59.15
NiK	525.20	6.66	2.85	78.81

Resim 44: Kloroform solüsyonunda bekletilen Mtwo25 eğerisine ait EDX verileri

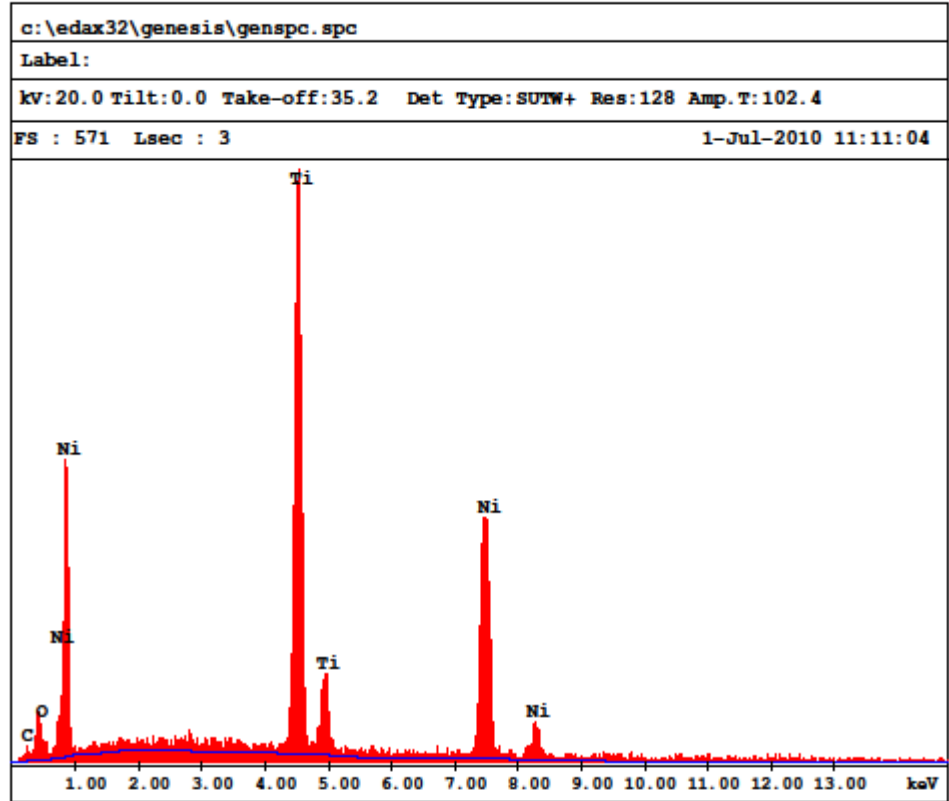


EDAX ZAF Quantification (Standardless)
Element Normalized
SEC Table : Default

Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
C K	2.42	9.60	0.0090	1.2170	0.3056	1.0004
O K	2.18	6.49	0.0082	1.1880	0.3177	1.0010
TiK	35.69	35.48	0.3514	0.9860	0.9919	1.0068
NiK	59.70	48.42	0.5854	0.9837	0.9967	1.0000
Total	100.00	100.00				

Element	Net Inte.	Bkgd Inte.	Inte. Error	P/B
C K	15.72	3.02	13.77	5.21
O K	26.92	5.17	10.52	5.21
TiK	219.69	2.80	3.17	78.46
NiK	26.71	3.45	10.07	7.75

Resim 45: Sterilizasyon işlemleri gören D1 eğerine ait EDX verileri



EDAX ZAF Quantification (Standardless)

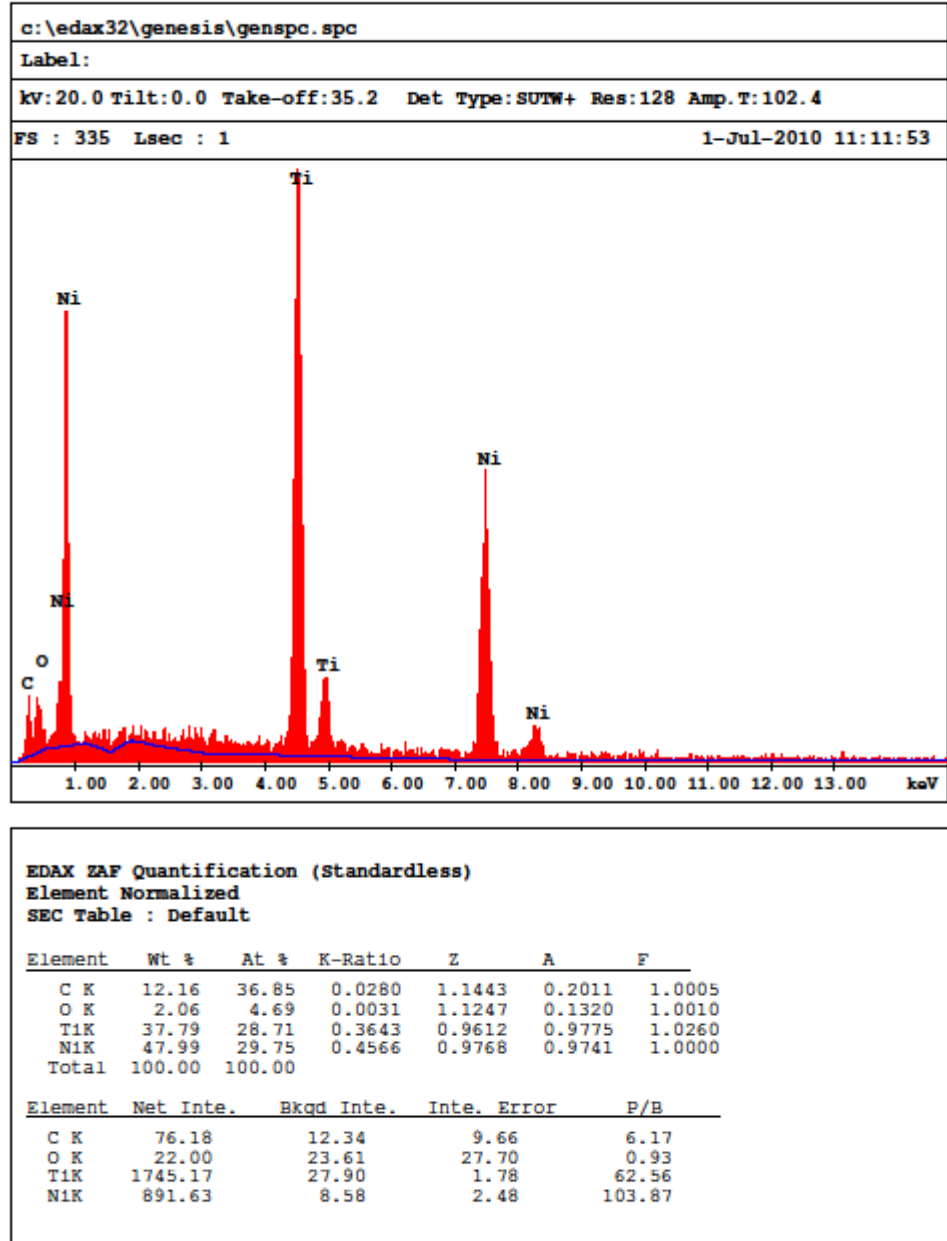
Element Normalized

SEC Table : Default

Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
C K	2.46	9.51	0.0053	1.1645	0.1849	1.0006
O K	2.79	8.09	0.0042	1.1445	0.1320	1.0010
TiK	41.62	40.36	0.4060	0.9790	0.9706	1.0267
NiK	53.14	42.04	0.5129	0.9960	0.9691	1.0000
Total	100.00	100.00				

Element	Net Inte.	Bkgd Inte.	Inte. Error	P/B
C K	13.09	3.83	19.66	3.42
O K	27.45	5.75	12.84	4.78
TiK	1765.40	33.20	1.37	53.18
NiK	909.03	20.43	1.92	44.50

Resim 46: Sterilizasyon işlemleri gören R1 eğesine ait EDX verileri



Resim 47: Sterilizasyon işlemleri gören Mtwo25 eğerisine ait EDX verileri

5. TARTIŞMA

Kök kanal tedavileri sonrasında meydana gelen başarısızlıklarda birincil neden kök kanal siteminde bulunan bakteri topluluklarıdır. Bu tür durumlarda ilk tedavi seçeneği cerrahi olmayan tekrarlayan tedavilerdir.¹⁰⁸ Tekrarlayan kök kanal tedavisinin amacı kök kanal boşluğunun dezenfeksiyonunu sağlayarak periradiküler iyileşme için uygun şartları hazırlamaktır. Bunun için ise, kök kanal boşluğuna yeniden girişin sağlanması ve mevcut kök kanal dolgusunun tamamen uzaklaştırılması gerekmektedir.¹⁰⁹

Kök kanal dolgusu için en sık kullanılan materyal, kök kanal patlarıyla birlikte, çeşitli yöntemlerle uygulananabilen guta perkadır.¹¹⁰ Guta perka ile doldurulmuş kök kanallarının tekrarlayan tedavilerinde el, döner ve ultrasonik aletler ve bunlarla birlikte ısı ve çözücü solüsyonlar kullanılmaktadır.¹⁰⁸

Başarısız kök kanal tedavilerinde, cerrahi olmayan kök kanal tedavi seçeneği üzerinde daha fazla durulması ile birlikte bu konudaki çalışmalar hız kazanmıştır. Bu doğrultuda bazı üretici firmalar tekrarlayan endodontik tedaviye yönelik yeni ürünler piyasaya sürmeye başlamıştır. Bu yeni ürünler arasında kök kanal dolgusunu uzaklaştırmak amacıyla tasarlanmış nikel titanyum eğeler bulunmaktadır. İyi doldurulmuş kök kanal tedavilerinde el eğeleri ile kök kanal dolgusunun uzaklaştırılması, çözücü kullanılsın veya kullanılsın uzun süreler almaktadır.¹¹¹ Yapılan çalışmalarda döner Ni-Ti enstrümanların kök kanal dolgusunu el eğelerinden daha hızlı bir şekilde uzaklaştırabildiği bildirilmiştir.^{112,113}

Bu çalışmada tekrarlayan kök kanal tedavilerinde güncel bir konu olan bu yeni ürünler ele alınmıştır. Bu amaçla üç farklı markaya ait

döner nikel titanyum eğeler kullanılmıştır(Protaper retreatment, R-endo, Mtwo retreatment). Bu üç marka da, endodonti alanında özellikle nikel titanyum döner ege sistemleri açısından en çok tercih edilen markalar arasındadır. Kanal preperasyonu için üretilen NiTi aletler yanında sadece tekrarlanan tedavilerde kullanılmak üzere yeni NiTi aletler üretmişlerdir. Bilindiği gibi NiTi kanal aletlerinin kullanım sayıları sınırlıdır. Bu aletlerin yüzeylerinde kullanıma bağlı bozulmalar olmakta ve bunların kırılma olasılıkları artmaktadır ve sonuç olarak kök kanalı içinde kırılmalar olmakta ve tedavi sırasında hiç arzu edilmeyen sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada bu 3 markanın tekrarlayan kök kanal tedavileri için ürettiği döner NiTi aletlerin yüzeyinde meydana gelen değişiklikler incelenmiştir.

Tekrarlayan kök kanal tedavisinde kullanılmak üzere üretilen bu nikel titanyum eğelerle ilgili birçok çalışma yayınlanmıştır.¹¹³⁻¹²⁰ Bu çalışmalarda, nikel titanyum eğelerin çalışma etkinlikleri incelenmiştir. Çalışmaların birçoğunda, nikel titanyum döner eğeler ile el eğelerinin endodontik tedavi etkinlikleri karşılaştırılmış veya farklı kök kanal dolgu materyalleri ya da patları kök kanalından uzaklaştırabilme yetenekleri değerlendirilmiştir. Uygulama sonrası kalan dolgu miktarları çeşitli yöntemlerle incelenmiştir ve bu aletler birbirleri ile kıyaslanmıştır.

Guilani ve ark. yaptıkları çalışmalarında Protaper retreatment, Profile ve K tipi el eğelerinin tekrarlayan kanal tedavilerindeki etkinliklerini araştırmışlardır. Fotoğraflama yöntemi ile kalan dolgu miktarı ve çalışma süreleri ölçülmüştür. Çalışma sonucunda Protaper retreatment eğelerinin daha etkili olduğu bulunmuştur ancak eğelerin hiçbirisi tüm kök kanal dolgu materyalini temizleyememiştir. Çalışmada aynı zamanda döner entrümanların daha kısa sürede kanal boşaltma işlemini tamamladığını bulmuşlardır.¹¹⁴

Taşdemir ve ark. Protaper, R-endo, Mtwo ve Htipi eğelerin guta perkayı kök kanallarından uzaklaştırabilme yeteneklerini bilgisayarlı görüntüleme tekniği ile incelemişler ve duvarlarda kalan guta perka miktarını ölçmüşlerdir. Bütün eğelerin kök kanal duvarlarında artık guta perka bıraktığını bulurken, R-endo eğelerinin el eğelerinden çok daha kısa sürede kanal boşaltma işlemini tamamladığını bildirmişlerdir.¹¹³

Gu ve ark. Protaper retreatment eğeleri ile el eğelerini guta perkayı uzaklaştırabilme açısından karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda Protaper retreatment eğelerinin el eğelerine göre daha etkili ve çabuk bir şekilde guta perkayı uzaklaştırabildiği bildirilmiştir.¹¹⁵

Vinicius Reis ve ark. Protaper retreatment eğelerinin guta perka ve farklı patları uzaklaştırabilme yeteneklerini incelemişlerdir. Köklerde, servikal, orta ve apikal üçlüdeki artık dolgu miktarları ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Servikalde Protaper retreatment eğelerinin daha fazla artık bıraktığı, ancak apikalde tüm gruplarda artık miktarının aynı olduğu bulunmuştur.¹¹⁶

Bramente ve ark. Mtwo ve Protaper retreatment sistemleri ile kök kanal dolgusunun uzaklaştırılması çalışmalarında, açığa çıkan ısı, çalışma süreleri ve temizleme etkinliklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda her iki ege sistemi de tamamen kök kanal dolgusunu uzaklaştıramamıştır. Protaper retreatment eğeleri kök kanal dolgusunu uzaklaştırmada daha hızlı bulunurken, kök yüzeyinde daha fazla ısı artışına neden olmuştur.¹¹⁷

Marfisi ve ark. Protaper retreatment, Mtwo retreatment ve Twisted eğelerinin guta perka ve resilon kök kanal dolgu materyallerini

uzaklaştırabilme yeteneklerini karşılaştırmışlardır. Hiçbir sistem, kanal dolgu materyallerini tam olarak uzaklaştıramamıştır. Mtwo retreatment eğeleri diğer ege sistemlerine göre daha az süreye ihtiyaç duymuştur. Resilon ise guta perkaya göre daha etkin bir şekilde uzaklaştırılabilmektedir.¹¹⁸

Fenoul ve ark. R-endo sistemi ile paslanmaz çelik el eğelerinin guta perka resilon kök kanal dolgu maddelerini uzaklaştırabilme etkinliklerini incelemişlerdir. Bütün enstürmantasyon tekniklerinde de artık dolgu maddesi kalırken, aralarında anlamlı bir fark bulunamamıştır.¹¹⁹

Somma ve ark. Mtwo retreatment, Protaper retreatment ve H tipi el eğelerini, kök kanallarından farklı dolgu materyallerini uzaklaştırma etkinliklerini, apikalden taşma miktarı ve kanal dolgusunu sökme hızı açısından karşılaştırmışlardır. Optik mikroskop ve tarama elektron mikroskobu ile kalan dolgu miktarı incelenmiştir. Çalışma sonucunda döner ege sistemlerinin apikalden daha fazla dolgu miktarı taşırmalarına rağmen etkili ve hızlı oldukları bildirilmiştir.¹²⁰

Bahsedilen bütün bu çalışmalarda eğelerin kök kanal dolgusunu uzaklaştırabilme yetenekleri üzerinde durulmuş ve çeşitli karşılaştırmalar yapılmıştır. Ancak literatür taramalarında kök kanal dolgusunu uzaklaştırmak için kullanılan bu eğelerin yapıları üzerinde durulmamıştır. Bu çalışmada farklı olarak, tekrarlayan kök kanal tedavisinde kullanılmak üzere üretilen söz konusu eğelerin kullanım sayılarına bağlı olarak yüzeylerinde meydana gelen değişiklikler incelenmiştir.

Bu çalışmada üst birinci büyük azı dişine ait palatinal kökler kullanıldı. Üst birinci büyük azı dişinin köklerinin morfolojisinin incelendiği

bir çalışmada kökün enine kesitinin daire şeklinde olduğu bildirilmiştir.¹²¹ Bununla birlikte palatinal kökler genellikle düzdür ve sadece apikal bölgede bukkal yönde bir kıvrım görülebilmektedir. Ancak bu çalışmada hem mesiodistal yönde hem de bukkopalatinal yönde radyograflar alınarak, koronalden apikal bölgeye kadar düz kanallara sahip kökler kullanılmıştır. Reis ve ark.guta perka ve farklı patlarla doldurulmuş kök kanallarının boşaltılmasında Protaper retreatment eğelerinin etkinliğinin incelendiği bir çalışmada üst çene büyük azı dişine ait palatinal kökleri kullanmışlardır.¹¹⁶

Çalışmada kök kanallarının şekillendirilmesi amacıyla Protaper nikel-titanyum döner ege sistemi kullanılmıştır. Protaper döner ege sistemi gerek bilimsel gerek klinik çalışmalarda sıklıkla kullanılan Ni-Ti eğelerdir. Çalışmada F3 Protaper Ni-Ti eğeye kadar preperasyon yapılmıştır. Bu sayede apikal genişletmenin 30 numara olması sağlanmıştır. Bu apikal çap tüm retreatment eğelerinden daha büyüktür. Dolayısıyla kök kanal dolgusunun uzaklaştırılması sırasında eğelerin mümkün olduğunca guta perka içinde çalışması ve kök kanal duvarında preperasyon yapmaması sağlanmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmada kök kanal dolgusu olarak guta perka ve kök kanal dolgu patı olarak da AH 26 kullanılmıştır. Guta perka kök kanal dolgusu olarak en sık tercih edilen materyaldir. Kök kanal dolgu yöntemi olarak da soğuk lateral kompaksiyon yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem kök kanal dolgusu için en fazla tercih edilen yöntemdir.¹²²

Kök kanalları doldurulduktan sonra kökler %100 nemli ortamda 2 ay süre ile bekletilmiştir. Tekrarlayan tedavilerle ilgili olarak birçok çalışmada örnekler, kök kanalları boşlatılmadan önce çeşitli sürelerde bekletilmiştir. Hülsmann ve ark. guta perkanın uzaklaştırılması

ile ilgili çalışmalarında kök kanallarını boşaltılması için 2 ay süre ile beklemişlerdir.¹²³ Roggendorf ve ark. Ni-Ti enstrümanlarla Activ GP ve Guttaflow materyallerinin uzaklaştırılması sonrası kalan artık dolgu materyali miktarının değerlendirildiği çalışmada, kanalların boşaltılması için 2 hafta beklemişlerdir.¹⁰⁸ Diğer çalışmalarda ise; Pirani ve ark 2 hafta, Reis So ve ark. 3 ay, Oliveira ve ark. ve Taşdemir ve ark. 2 hafta, 3 ay süre ile kök kanallarının boşaltılması için beklemişlerdir.^{113,116,124,125} Bu çalışmada soğuk lateral kompaksiyon yöntemi kullanılmıştır ve kök kanal dolgu patı olarak kullanılan Ah26'nın sertleşmesi açısından 2 ay bekleme süresinin yeterli olduğu düşünülmüştür.

Bu çalışmada piyasada yalnızca tekrarlayan tedavilerde kullanılmak üzere üretilmiş Ni-Ti döner eğeler kullanılmıştır. Protaper retreatment eğeleri ve R-endo eğeleri üretici firma talimatlarına uygun olarak kullanılmıştır. Mtwo retreatment eğeleri için ise herhangi bir kullanım talimatı gösterilmemiştir. Bu nedenle Protaper retreatment ve R-endo eğeleri için uygulanan protokole benzer bir protokol uygulanmıştır. Protaper retreatment ege seti için daha fazla açığa sahip ve kalın uçlu ege koronalde kullanılmaktadır ve sonrasında orta üçlü ve apikal üçlü için daha düşük taper ve ince uca sahip eğeler kullanılmaktadır. R-endo eğelerinde ise her üç ege için taper aynıdır ve korondan apikale doğru daha ince uçlu eğeler kullanılmaktadır. Her iki ege setinde de üçer ege bulunmaktadır. Mtwo retreatment eğeleri ise iki egeden oluşmaktadır. Diğer ege setlerine benzer bir protokol olması için köklerin koronal yarısında daha fazla taper ve kalın uçlu ege, apikal yarısında ise daha düşük taper ve ince uçlu ege kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan eğeler, klinik şartları taklit etmek ve ege üzerindeki artık maddelerin eliminasyonu amacıyla her kullanım sonrasında steril edildi. İnan U. ve ark. yaptıkları AFM çalışmasında her kullanım sonrasında eğeleri ultrasonik olarak temizlemiş ve 134 °C 'de 18

dakika süre ile steril etmişlerdir.¹²⁶ Valois ve ark. ise Ni-Ti eğelerin birden fazla sayıda otoklav ile steril edildikten sonra yüzey topografilerini inceledikleri çalışmalarda 121 °C'de 15 dakika steril etmişlerdir.¹²⁷ Bu çalışmada ise ultrasonik temizleme sonrasında 120 °C de 20 dakika boyunca otoklavda steril edilmiştir. Bu süre ve sıcaklık klinikte sterilizasyon amacıyla kullanılan rutin bir protokoldür.

Bu çalışmada aynı eğelerin ardı ardına kullanımları sonrası yüzey özellikleri incelenmiştir. Ölçümler üç ve beş kez kullanım sonrası yapılmıştır. Benzer olarak İnan U ve ark. kanal preperasyonu eğelerinin yüzey özelliklerini kullanım sonrasında AFM ile incelemişlerdir.¹²⁶ Eğeleri 5 kez kullanmışlardır. Soma ve ark. Mtwo retreatment ve Protaper retreatment eğelerinin tekrarlayan kök kanal tedavisindeki etkinliklerinin değerlendirildiği bir çalışmada her bir ege yalnızca 5 kökün kanal dolgusunun boşaltılmasında kullanılmıştır.¹²⁰ R-endo eğeleri için üretici firma 5 kanaldan 8 kanala kadar çalışma imkânı sağlanabileceğini ancak yüksek stres yüklenecek durumlarda daha evvel kullanılmış eğelerin daha fazla kullanılmaması gerektiğini bildirmişlerdir. Diğer markalar için ise herhangi bir kullanım sayısı önerisi bildirilmemiştir. Bu çalışmada eğimli olmayan kanallarda 3 ve 5 kez kullanım ile kullanım sayısı arttıkça yüzey özelliklerindeki değişimler incelenmiştir.

Literatürde nikel titanyum eğelerin yüzey özelliklerinin incelenmesi konusunda birçok çalışma yapılmıştır ve bu araştırmalar için farklı inceleme yöntemleri kullanılmıştır.¹²⁸⁻¹³²

Ametrano ve ark. EDTA ve NaOCl solüsyonlarının nikel titanyum döner ege yüzeyine olan etkilerini atomik kuvvet mikroskobu ile incelemişlerdir.¹²⁸ Troian ve ark. endodontik enstrümanların kullanım sayılarına bağlı deformasyonlarını tarama elektron mikroskobu kullanarak

incelemişlerdir.¹²⁹ Cavalleri ve ark. NaOCl'nin nikel titanyum eğe yüzeylerine olan koroziv etkisini dijital tarama mikroskopu ile incelemişlerdir.¹³⁰ Shen Y. ve ark. Protaper eğelerinde rutin kullanımlar sonrasında meydana gelen defektleri tarama elektron mikroskobu ile incelemişlerdir.¹³¹ Wei ve ark. klinik kullanım sonrası Protaper nikel titanyum döner eğelerinde meydana gelen kırık tiplerini stereomikroskop ve tarama elektron mikroskobunu karşılaştırarak incelemişlerdir.¹³²

Stereomikroskop, tarama elektron mikroskobu ve atomik kuvvet mikroskobu arasında, son yıllarda oldukça popüler olan AFM çeşitli materyallerin yüzey özelliklerini incelemek için kullanılan, üç boyutlu görüntü ve yüzey özellikleri için sayısal veriler sunabilen modern bir cihazdır.¹³³ Endodonti alanında, bu cihaz ile yapılmış birçok çalışma karşımıza çıkmaktadır. Beyazlatma konusunda, guta perka ve nikel titanyum eğelerin dezenfeksiyonu konusunda, nikel titanyum eğelerin kullanım sonrası yüzey özelliklerinin incelenmesi konusunda çalışmalar bulunmaktadır.^{65,126,134-139} Bununla birlikte, tarama elektron mikroskobu(SEM) da birçok alanda olduğu gibi endodonti alanında materyallerin yüzey özelliklerini incelemek için kullanılmıştır.^{41,140}

Bu çalışmada tekrarlayan kök kanal tedavisinde kullanılan üç farklı eğe sisteminin, kullanılmadan önce, üç ve beş kez kullanım sonrası meydana gelen yüzey bozuklukları her bir eğe için AFM ile incelenmiştir. Atomik kuvvet mikroskobu verilerinde RMS değeri olarak verilen sayısal veriler yüzey bozukluğunu ifade etmektedir. Birçok AFM çalışmasında RMS değerleri ile istatistiksel karşılaştırmalar yapılmıştır.

Ametrano ve ark, Valois ve ark, Topuz ve ark, Inan U. ve ark. nikel titanyum eğeler üzerine yaptıkları çalışmalarında AFM

kullanmışlardır. İstatistiksel karşılaştırmaları RMS verileri ile yapmışlardır.^{65,126,128,139}

Bu çalışmada NiTi eğeler üzerinde yapılan AFM analizlerinde çalışma modu olarak tapping mod kullanılmıştır. Daha önce yapılan ve NiTi eğelerin yüzeylerinde yapılan çalışmalarda ise kontakt mod kullanılmıştır.^{65,126,128,139} Kontakt modda AFM cihazındaki uç sürekli örneğe temas ederek tarama yapmaktadır. Tapping modda ise belirli aralıklarla salınan tutucu kol ile uç örneğe belli sıklıkla temas ederek tarama yapar. Bu sayede tarama sırasında lateral kuvvetlerden etkilenmeden, daha net ölçümler yapılabilmektedir.¹³³

Tüm eğelerde kullanım sayısı arttıkça RMS değerleri artmıştır. Dolayısıyla kök kanal dolgusunun uzaklaştırılmasında döner nikel titanyum eğelerde yüzey bozulmaları meydana gelmektedir. Üç kullanım ile 5 kullanım arasında tüm gruplar arasında farkların oluşması ise, bu bozulmaların kullanım sayısı ile doğru orantılı olarak arttığını göstermektedir.

Protaper retreatment grubundaki tüm eğelerde, yani hem servikal hem koronal hemde apikal bölgede kullanılan eğelerde kontrol, 3 ve 5 kullanım arasında RMS verilerine bakıldığında anlamlı farklar ortaya çıkmıştır. Bu sonuç Protaper retreatment sistemindeki her eğenin de kullanım sayısına bağlı olarak artan yüzey bozulmaları gösterdiği sonucunu vermiştir.

R-endo grubunda da kullanıma bağlı olarak artan bir bozulma gözlenmektedir ancak tüm bölgelerde kullanılan eğelerin hepsinde üç kez kullanılan ege ile beş kez kullanılan ege arasında RMS verileri incelendiğinde sayısal olarak artış saptanmış ancak istatistiksel

fark çıkmamıştır. Bu sonuçlar göz önüne alındığında, R-endo eğelerinde daha fazla bozulma 3 kullanım sonrasında oluşmuştur ancak kullanım sayısının daha fazla artması ile birlikte anlamlı bozulmalar görülmemiştir. Bu durum eğelerde yüzey bozukluğunun 3. kullanıma kadar arttığını fakat bozulma oranında çok fazla değişiklik olmadığını göstermektedir.

RMS verilerine bakıldığında, Mtwo R eğelerinde koronalde kullanılan eğede(Mtwo 25) yine kullanım sayısına göre artan bir bozulma gözlenmiştir. Apikal bölgede kullanılan eğede de Protaper retreatment eğelerinde ve Mtwo 25 eğesinde olduğu gibi kontrol, 3 ve 5 kullanım gruplarının her birinin RMS değerleri aralarında anlamlı farklılıklar görülmüştür. Bu durum kullanım sayısının artması ile birlikte eğe yüzeylerindeki bozulmaların da arttığını göstermektedir. Bu grupta Mtwo 15 eğesi 5. kullanım sırasında kırılmıştır. Bu durum apikalde kullanılan ve daha ince olan eğenin mekanik olarak çok bozulduğunu ve kök kanal dolgusunu uzaklaştırma sırasında oluşan kuvvetler karşısında kırıldığını göstermiştir. Gruplar arasında en fazla yüzey bozukluğuna uğrayıp kırılan bu Mtwo 15 eğesidir.

Litereatür taramasında tekrarlayan tedavi işlemleri sırasında eğe yüzeyi bozulmasını AFM ile inceleyen bir çalışma bulunmamıştır. Ancak, İnan U. ve ark. AFM ile yaptıkları çalışmalarında Protaper NiTi döner eğe sistemi ile alt büyük azı dişlerinin mesial köklerini ard arda 5 kez prepare etmişler ve hiç kullanılmayan eğeler ile 5 kez kullanılan eğelerin yüzeylerinin RMS verilerini kıyaslamışlardır.¹²⁶ RMS değerlerinde anlamlı artışlar elde etmişlerdir. Bu sonuçlar her ne kadar çalışma kanal preperasyonu sonrası yapılan eğe yüzeyindeki bozulmaları incelese de, bizim çalışmamızda kullandığımız Protaper NiTi retreatment eğe sisteminde elde ettiğimiz sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

Bu çalışmanın protokolü içerisinde, kanal dolgusunun boşaltılması sırasında sodyum hipoklorit ve kloroform uygulanmış ve her kullanım arasında eğeler steril edilmiştir. Bütün bu uygulamaların da ayrıca ege yüzeyinde değişiklik yapıp yapmadığı da bu çalışma içerisinde incelenmiştir.

Topuz O ve ark. yaptıkları çalışmalarında, RaCe nikel titanyum döner ege enstrümanlarını %5,25 NaOCl solüsyonunda 5 dakika süre ile bekletmiş ve ege yüzeylerinde meydana gelen bozulmaları AFM ile RMS verileri üzerinden incelemişlerdir.¹³⁹ Çalışma sonucunda %5,25 NaOCl solüsyonunun RaCe nikel titanyum döner ege enstrümanları yüzeylerinde bozulmalara yol açtığını bildirmişlerdir. Ametrano ve ark. Protaper nikel titanyum eğelerini, %5,25 NaOCl solüsyonu içerisinde 5 ve 10 dakika süre ile bekletmişlerdir.¹²⁸ AFM ile RMS verileri kullanılarak yapılan ölçümlerden alınan sonuçlar, NaOCl'nin ege yüzeylerinde bozulmalara yol açtığını göstermiştir. Bizim çalışmamızda ise sodyum hipokloritin farklı markalara ait retreatment eğeleri üzerindeki etkilerinin incelendiği deney sonuçlarında Protaper retreatment ve R-endo eğelerinin yüzeylerinden elde edilen RMS sonuçlarına bakıldığında anlamlı derecelerde bozulmalar ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar, Topuz O ve ark. ve Ametrano G ve ark. çalışmaları ile uyumludur. Ancak bu araştırmacılar preperasyon amacı ile kullanılan Ni-Ti eğeleri kullanmışlardır. Mtwo R grubunda ise RMS değerlerinde artış olmasına rağmen, istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç elde edilememiştir. Ancak anlamlı fark çıkması için gerekli istatistiksel p değerine çok yakın bir değer çıkmıştır. Hem Topuz ve ark. hemde Ametrano ve ark.'larının yaptıkları çalışmalarında %5,25 NaOCl kullanılmıştır. Bu çalışmada ise %2'lik NaOCl kullanılmıştır. Protaper retreatment ve R-endo NiTi aletler %2'lik NaOCl içerisinde bekletildiği zaman yüzeylerinde bir miktar bozulma olduğu saptanmıştır ancak Mtwo R grubu eğelerde bir bozulma saptanmamıştır. Böyle bir sonucun çıkması Mtwo R grubuna ait eğelerin yüzey yapısından

kaynaklanabilmektedir. SEM görüntülerinde, Protaper retreatment ve R-endo eğe yüzeylerine göre Mtwo eğesi biraz daha pürüzlü ve düzensiz gözüken bir yüzeye sahiptir. Bu nedenle %2'lik NaOCl'de bekletildikten sonra meydana gelen bozulmalar istatistiksel olarak saptanamamıştır.

Solvent olarak kullanılan kloroform solüsyonunda bekletilen her üç eğede de kontrol grubu ile kıyaslandığında yüzey bozulmalarını gösterebilecek RMS değişiklikleri görülmemiştir. Kloroformun eğeler üzerinde bozulmalara yol açacak bir etkisi izlenmemiştir. Literatür taramalarında benzer bir çalışmaya rastlanamamıştır.

Ardarda yapılan sterilizasyon işlemleri, her üç eğe grubu üzerinde de anlamlı değişikliklere yol açmamıştır. Sterilizasyon sonrası tüm eğelerde kontrol grubu ile kıyaslandığında RMS değerlerinde artış görülmüştür. Ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Valois ve ark. yaptıkları çalışmada iki farklı eğe grubunun 5 ve 10 kez otoklav ile sterilizasyonu sonrası eğe yüzeylerinde anlamlı farklar bulmuşlardır.¹²⁷ Bizim çalışmamızda ise, sadece 5 kez ardı ardına sterilizasyon işlemleri uygulanmış ve yüzey bozukluğu ile ilgili anlamlı artışlar görülmemiştir.

Depth analizi atomik kuvvet mikroskobu çalışmalarında yüzey analizi hakkında sayısal değer veren bir yöntemdir. Taranan alandaki en tepe ve en derin nokta arasındaki farkı bildirmektedir. Bu analiz ile yüzeyin bozukluğu hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir.¹³³

Bu çalışmada da RMS değerlerine ek olarak Depth analizi ile de karşılaştırmalar yapılmıştır. Alınan sonuçlara bakıldığında RMS değerleri ile genel olarak uyumlu sonuçlar elde edilmiştir. Kontrol grupları ile kıyaslandığında 3 ve 5 kez kullanımlarda anlamlı farklar ortaya

çıkmiştir. Bu da yüzeydeki derinlik farklarının anlamlı olarak kontrol grubundan daha fazla olduğunu göstermektedir. Eğelerin çoğunda depth verilerinin 5 kullanım gruplarında 3 kullanım gruplarından anlamlı olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sadece R2 egesi ve Mtwo 25 eğelerinde 3 ve 5 kullanım arasında anlamlı fark bulunamamıştır, ancak depth verileri 5 kullanımda daha yüksektir. Bu sonuçlara göre kullanım sayısı arttıkça ege yüzeyindeki girinti ve çıkıntıların daha da arttığı belirlenmiştir.

Depth verilerine bakıldığında NaOCl içerisinde bekletilen tüm eğelerde kontrol ile kıyaslandığında değerler anlamlı olarak artmıştır. Bu sonuç ile NaOCl solüsyonunun eğelerin yüzeylerinde mikro girintilere yol açarak bozulmalara neden olduğunu göstermektedir.

Çözücü solüsyon içerisinde bekletilen eğelerde ise depth verilerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Solüsyonda bekletilen eğeler ile kontrol eğelerine ait depth verileri birbirine oldukça yakındır. Dolayısıyla çözücü solüsyonun ege yüzeyinde her hangi bir bozulmaya yol açmadığı görülmüştür.

Ardı ardına sterilizasyon işlemi gören eğelere ait depth verilerinde ise kontrol grubu ile kıyaslandığında anlamlı farklılıklar görülmemiştir. Her ne kadar sterilizasyon işlemi sonrasında Depth analizi verileri artmış olsa da bu artışlar istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu sonuç ile sterilizasyon işlemlerinin ege yüzeyinde anlamlı olabilecek yüzey bozulmalarına yol açmadığı görülmüştür.

Tarama elektron mikroskobuna bağlı olarak çalışan, tahmini element analizi yapmaya yarayan EDX analizi ile eğelerin element oranları ortaya çıkarılmıştır.

Zinelis ve ark. çeşitli markalara ait nikel titanyum eğelerin çeşitli metalurjik özellikleri yanında kimyasal kompozisyonu için EDX analizini kullanmışlardır.¹⁴¹ Alapati ve ark. nikel titanyum ortodontik tellerin metalurjik karakterlerini incelediği çalışmalarında EDX yöntemini kullanmışlardır.¹⁴²

Bu çalışmada EDX verileri ile Ni ve Ti oranları ile birlikte oksijen oranları da ortaya çıkarılmıştır. Bu sayede yüzeydeki oksijen oranları karşılaştırılarak eğelerin yüzeylerinde meydana gelebilecek değişiklikler hakkında fikir sahibi olunmaya çalışılmıştır. EDX verilerine bakıldığında bu çalışmanın tüm gruplarında anlamlı farklılıklar görülmemiştir. Elde edilen element oranları gerek kullanıma bağlı olan yani kontrol, 3 ve 5 kullanım gruplarında gerekse de NaOCl ve kloroform solüsyonu içerisinde bekletilen veya ardı ardına beş kez steril edilen eğelerde yakın değerler ortaya çıkmıştır. Bu sonuca göre eğelerin klinik kullanımı sırasında meydana gelebilecek bozulmaların sadece fiziksel yapılarında bozulmaya yol açtığı ortaya çıkmıştır.

SEM fotoğrafları incelendiğinde, üç farklı markaya ait eğelerin kendi içlerinde benzer şekillere sahip olduğu görülmektedir. Ancak markalar arasında SEM görüntülerinde şekil farklılıkları görülmektedir. Protaper retreatment eğeleri daha düz yüzeylere ve ince kenar hatlarına sahiptir. RMS ve depth verilerinde de en düşük değere sahip ege grubudur. R-endo eğeleri ve Mtwo retreatment eğeleri ise ege yüzeyinde üretim sırasında oluşmuş çizgilere sahiptir. Bu grupların RMS ve depth değerleri de Protaper retreatment eğelerine göre daha yüksektir.

Üç kullanım sonrası SEM fotoğraflarına bakıldığında ege yüzeylerinde mikro çatlaklar, keskin kenar kısımlarında düzleşmeler ya da

ezilmeler, bükülmeler görülmektedir. Beş kez kullanılan eğelerde bu bozulmalar daha da fazladır. Beş kez kullanılan eğelerde, eğenin sarmal yapısının da bozulmaya uğradığı görülmüştür. Bu durum kök kanal dolgusu boşaltılırken, eğenin apikal bölgesinin guta perka içinde gömülü kalıp, dönme işleminin devam etmesi ile birlikte ortaya çıkan kalıcı bir deformasyondur. Çalışmada kullanılan en ince eğe olan, 5 kez kullanılan Mtwo 15 eğesinde ise yine kalıcı deformasyonlar görülmüş ve apikal bölgeden kırılmıştır. Kök kanal dolgusu içerisinde sıkışan eğe dönmeye devam ederken önce sarmal yapıda kalıcı deformasyon oluşmuş, dönme hareketinin devamı ile düz bir hat şeklinde kırılmıştır.

Alapati ve ark. klinik kullanım sonrası kırılan farklı NiTi eğeleri tarama elektron mikroskobu ile incelemişlerdir. Eğelerin üzerlerinde kalıcı deformasyonlar, çatlaklar tespit etmişlerdir.

NaOCl ve kloroform içerisinde bekletilmiş ve ardı ardına steril edilmiş, bütün markalara ait eğelerden alınan SEM görüntülerinde ise kontrol grubu görüntüleri ile kıyaslandığında farklılıklar izlenmemiştir.

Berutti ve ark. Protaper döner NiTi eğelerinin çeşitli sıcaklıklarda 5% NaOCl solüsyonu içerisinde 5 dakika süre ile bırakmış ve SEM ile yüzey morfolojisini incelemişlerdir. SEM görüntülerinde korozyonu işaret edecek kanıtlar bulmuşlardır.¹⁴³ Bu çalışmada ise 2% NaOCl oda sıcaklığında uygulanmıştır ve SEM görüntülerinde eğe yüzeylerinde herhangi bir bozulma görülmemiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada tekrarlayan kök kanal tedavilerinde kullanılmak üzere üretilen tüm markalara ait döner nikel titanyum eğelerin yüzey bozukluklarına uğradığı görülmüştür. Düz kök

kanallarında kullanılmalarına rağmen meydana gelen bu bozulmaların klinik kullanım sırasında, özellikle daha zorlu vakalarda ve eğri kanallarda komplikasyonlara yol açabileceği düşünülmektedir. Tekrarlayan tedavi işlemlerinden kullanılan eğelerin kök kanal boşaltılması sırasında etkilenebileceği faktörlerden NaOCl ile temas sırasında bir miktar yüzey bozukluğuna yol açtığı bulunmuştur. Bu sonuç da eğelerde kırılma riskini arttırabilecek faktör olarak görülmüştür. Kullanım sırasında eğeler ilişkili diğer faktörlerden kloroform solüsyonu ile temas ve sterilizasyon işlemlerinin yüzey bozukluklarına yol açmadıkları ve tedavi sırasında oluşabilecek bir komplikasyonda etkili olamayacakları bulunmuştur. Yapılan EDX analizi sonucunda, kullanım sonrası eğelerde meydana gelen bozulmaların ancak fiziksel olduğu ve metallurjik yapıda herhangi bir değişiklik görülmeyeceği sonucuna varılmıştır. AFM çalışmaları ile sayısal analiz yapılabilmektedir. Ancak SEM çalışmaları gözleme dayalı çalışmalardır. Bu çalışmada her iki analiz metodu da birbirini destekleyen sonuçlar vermiştir. Ancak AFM ile tespit edilen bazı farkların SEM ile görülmemesi nedeniyle, bu tür çalışmalarda AFM'nin daha küçük bozulmaları ortaya çıkarabildiği ve daha faydalı olabileceği düşünülmektedir. SEM incelemelerinde eğelerin yapısal farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan 3 tip eğe sistemi içerisinde en fazla yüzey bozulmaları Mtwo retreatment eğelerinin yüzeylerinde görülürken, Protaper retreatment ve R-endo eğelerinde birbirine benzer derece bozulmalar gözlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları incelendiğinde, kök kanal dolgusunun uzaklaştırılmasında kullanılan döner NiTi eğeler fiziksel hasar görmektedirler. Klinikte kullanırken son derece dikkatli olunması gerektiği ve 3 kullanımdan sonra komplikasyon olasılığının oldukça arttığı söylenebilir.

6. SONUÇ

Bu çalışmadan elde edilen veriler değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmıştır.

Kullanım sayısındaki artış ile birlikte hem Protaper retreatment, hem R-endo hem de Mtwo retreatment eğelerde yüzey bozulmaları görülmüştür. Mtwo retreatment eğelerinde diğer retreatment ege sistemlerine göre daha fazla yüzey bozulması görülmüştür.

Çalışmanın AFM sonuçlarına göre tekrarlayan endodontik tedavi işlemleri sırasında, tüm gruplardaki retreatment eğelerinin yüzeylerinde bozulmalar görülmektedir. Düz köklerde yapılan bu çalışmada 3 kullanımdan sonra eğelerin yüzeylerinde bozulmalar saptandı. Beşinci kullanımda ise Mtwo25 egesinde kırık gözlendi. Klinik kullanımda; düz köklerde çalışılırken 3. kullanımdan sonrası komplikasyon oluşması açısından risk oluşturmaktadır. Eğri köklerde ise eğelerin daha fazla zorlanacağı düşünülerek her vakada yeni eğelerin kullanılması önerilmektedir.

SEM bulgularında ise 3 ve 5 kullanım sonunda eğelerin yüzeylerinde çatlaklar, bükülme ve ezilmeler ile birlikte bazı eğelerde spiral yapının bozulduğu kalıcı deformasyonlar gözlenmiştir.

%2 NaOCl solüsyonu NiTi ege yüzeylerinde bozulmalara yol açmaktadır. Klinikte tekrarlayan tedavi işlemlerinde NaOCl'e bağlı oluşabilecek bozulmalar da göz önünde bulundurulmalıdır.

Kloroform solüsyonu eğelerin yüzeylerinde bozulmaya yol açmamaktadır.

NiTi eğelerin in arı ardına sterilizasyonu sonucunda eğe yüzeylerinde bozulmalar görülmemektedir.

AFM, eğelerin yüzey bozukluğunun incelenmesinde istatistiksel karşılaştırmaya imkan veren bir analiz yöntemidir. AFM, tarama elektron mikroskobuna oranla daha detaylı bilgiler sunabilmekte ve SEM'de görülemeyen farkları ortaya koyabilmektedir.

Tekrarlayan tedavi şlemlerinde meydana gelen bozulma fiziksel bir bozulmadır. EDX verilerine bakıldığında, kimyasal kompozisyonda değişiklik görülmemektedir.

7.ÖZET

Tekrarlayan Kök Kanal Tedavilerinde Kök Kanal Dolgusunun Uzaklaştırılmasında Kullanılan Farklı Nikel-Titanyum Eğelerin Yüzeylerinde Meydana Gelen Değişikliklerin İncelenmesi

Bu çalışmanın amacı tekrarlayan tedavilerde kullanılan döner nikel titanyum eğelerin üç ve beşinci kullanım sonrası yüzey değişikliklerinin incelenmesidir. Ayrıca %2'lik sodyum hipokloritin, kloroform solüsyonunun ve sterilizasyon işlemlerinin tekrarlayan tedavilerde kullanılan döner nikel titanyum eğelerin yüzeylerine etkisi incelenmiştir.

Bu çalışma için Protaper retreatment eğeleri, R-endo eğeleri ve Mtwo retreatment eğeleri kullanılmıştır. Üst çene birinci büyük azı dişlerine ait palatinal kökler guta perka ve Ah 26 ile dolduruldu ve iki ay sonra bu eğe sistemleri ile retreatment işlemleri uygulandı.

Kullanılmamış, üç ve beş kez kullanılmış, NaOCl ve kloroform solüsyonunda bekletilmiş ve sterilizasyon işlemleri görmüş NiTi döner eğelerin yüzey değişiklikleri atomik kuvvet mikroskobu ve tarama elektron mikroskobu ile incelendi. RMS ve Depth değerleri ve üç boyutlu görüntüler elde edildi. SEM incelemesi ile eğelerin çeşitli büyütme ölçeklerinde görüntüleri ve EDX ile eğe yüzeyinin kimyasal kompozisyonu hakkında veriler elde edildi.

RMS ve Depth değerleri tüm üç eğe sisteminde de üç ve beş kullanım sonrasında anlamlı bozulmalar olduğunu gösterdi. Üç ve beş

kullanım sonrasında SEM incelemelerinde çatlaklar, hasarlar ve spiral yapıda bozulmalar görüldü. Ek olarak, Mtwo 15 eğesi beşinci kullanımdan sonra bozuldu.

AFM verileri 2%NaOCl solüsyonunun NiTi döner eğeleri üzerinde anlamlı yüzey bozuklukları oluştuğunu göstermiştir. AFM ve SEM verileri kloroform solüsyonu ve sterilizasyon işlemlerinin yüzey anlamlı bozukluklarına yol açmadığını göstermiştir.

EDX verileri, bütün çalışma grupları için, meydana gelen bozulmaların fiziksel olduğunu, eğelerin yüzeylerinde herhangi kimyasal bir bozulmaya rastlanmadığını göstermiştir.

Sonuç olarak; Protaper retreatment, R-endo ve Mtwo retreatment eğelerinde kullanıma bağlı olarak yüzey bozuklukları görülmüştür. Klinisyenler, retreatment işlemlerinde özellikle üçüncü kullanımdan sonra kırılma riskini göz önünde bulundurmalıdırlar.

Anahtar kelimeler: Nikel- titanyum, Tekrarlayan kök kanal tedavisi, Atomik kuvvet mikroskobu, Tarama elektron mikroskobu, Sodyum hipoklorit, Kloroform, Sterilizasyon.

8. SUMMARY

Evaluation Of The Surface Alterations Of The Different Nickel-Titanium Files Which Used In Retreatments For Removing The Root Canal Filling Materials

The aim of this study was to evaluate the surface changes of nickel titanium rotary retreatment files after three and five times of use. Furthermore, effects of 2% sodium hypochlorite and chloroform solutions and sterilization procedures on the NiTi rotary retreatment surfaces were investigated.

Protaper Retreatment files, R-endo files and Mtwo retreatment files were used for this study. The palatinal roots of maxillary first molar teeth were obturated with gutta percha and Ah26. After two months, retreatment procedures were performed with these retreatment file systems.

Surface changes of NiTi rotary files which untreated, used for three and five times, embedded in NaOCl, chloroform and the files which were executed sterilization procedures were investigated with atomic force microscopy and scanning electron microscopy. The RMS and Depth values, and three dimensional images were obtained. The surface of retreatment files were observed with SEM at various magnifications. EDX data was obtained to assess chemical composition of NiTi file surfaces.

RMS and Depth values showed that all three NiTi rotary retreatment file systems showed significant deteriorations after three and five times of use. Cracks, damages and spiral construction deteriorations were detected on SEM images after three and five times of use. Furthermore, Mtwo 15 file was broken off after five times of use.

AFM data indicated that 2% NaOCl caused significant surface deteriorations on NiTi rotary files. AFM and SEM evaluation showed that chloroform solution and sterilization procedures didn't cause significant surface deteriorations.

EDX data indicated that in all study groups; all changes occurred physically, no chemical changes occurred on NiTi rotary NiTi files.

In conclusion, Protaper retreatment, R-endo and Mtwo retreatment files showed surface damages depending on retreatment procedures. Clinicians have to consider that retreatment files always have a tendency to break off when used for three times.

Key words: Nickel titanium, Retreatment, Atomic force microscope, Scanning electron microscope, Sodium hypochlorite, Chloroform, Sterilization.

9. KAYNAKLAR

1. Barletta FB, Rahde NM, Limongi O, Moura A.A.M, Zanesco C, Mazocatto G. In vitro comparative analysis of 2 mechanical techniques for removing gutta-percha during retreatment. JCD 2007;73:65a-e.
2. Bueno CES, Delboni MG, Araujo RA, Carrara H. J, Cunha R.S. Effectiveness of rotary and hand files in gutta-percha and sealer removal using chloroform or chlorhexidine gel. Braz Dent J 2006;17(2):139-143.
3. Ferreira JJ, Rhodes JS, Pitt Ford TR. The efficacy of gutta percha removal using Profiles. Int End J 2001;34:267-274.
4. Gergi R, Sabbagh C. Effectiveness of two nickel-titanium rotary instruments and a hand file for removing gutta-percha in severely curved root canals during retreatment: an *in vivo* study. Int End J 2007;40:532-537.
5. Roda RS, Gettleman BH. Nonsurgical Retreatment. In: Cohen S, Hargreaves KM, editors. Pathways of The Pulp. 9th ed. St Louis: Mosby; 2006. p.944-1010.
6. Amsterdam M. Periodontal prosthesis: Twenty five years in retrospect. Alpha Omegan; 1974; 67:8.
7. Gutmann JL, Lovdahl PE. Problems in the assessment of success and failure, quality assurance, and their integration into endodontic treatment planning. In: Gutmann JL, Dumsha TC, Lovdahl PE, Hovland EJ, editors: Problem Solving in Endodontics: Prevention, Identification and Management, 3rd ed. St Louis; 1997. p.1.

8. Fava LR, Dummer PM. Periapical radiographic techniques during endodontic diagnosis and treatment. *Int Endod J* 1997 Jul;30(4):250-61.
9. Glickman GN, Pileggi R. Preperation for treatment. In: Cohen S, Burns RC, editors: *Pathways of the Pulp*, ed 8, St. Louis: Mosby; 2002. p.103.
10. Ingle JI, Heithersay GS, Hartwell GR, Goerig AC, Marshall FJ, Krasny RM, et al. *Endodontics*, ed 5, Hamilton, Ontario, BC Decker; 2002. p 203.
11. Walton RE, Torabinejad M. Diagnosis and treatment planning. In Walton RE, torabinejad M, editors: *Principles and practice of Endodontics*, ed 3, Philadelphia, WB Saunders, 2002. p. 49.
12. Ruddle CJ. Nonsurgical endodontic retreatment. *J Calif Dent Assoc.* 2004 Jun;32(6):474-84.
13. Ruddle CJ: Ch. 25, Nonsurgical endodontic retreatment. In Cohen S, Burns RC, editors: *Pathways of the Pulp*, 8th ed., Mosby, St. Louis, 2002. pp. 875-929.
14. Wilcox LR, Krell KV, Madison S, Rittman B: Endodontic retreatment: evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal reinstrumentation, *J Endod* 1987;13(9): pp. 453-457.
15. Barbosa SV, Burkard DH, Spångberg LS. Cytotoxic effects of gutta-percha solvents. *J Endod* 1994;20(1):6-8.
16. Chutich MJ, Kaminski EJ, Miller DA, Lautenschlager EP. Risk assessment of the toxicity of solvents of gutta-percha used in endodontic retreatment. *J Endod* 1998;24(4):213-6.

17. United States Drug Administration: Chloroform used as an Ingredient (Active or Inactive) in Drug Products. Federal Register No. 26845, Washington, DC, 1976, U.S. Government Printing Office.
18. Hunter KR, Doblecki W, Pelleu GB, Jr. Halothane and eucalyptol as alternatives to chloroform for softening gutta percha. J Endodon 1991;17(7):310-1.
19. Ladley RW, Campbell AD, Hicks ML, Li SH. Effectiveness of halothane used with ultrasonic or hand instrumentation to remove gutta-percha from the root canal. J Endod 1991;17(5):221-4.
20. Wilcox LR, Endodontic retreatment with halothane versus chloroform solvent. J Endodon 1995;21:305-7.
21. Wennberg A, Orstavik D. Evaluation of alternatives to chloroform in endodontic practice. Endodon Dent Travmatol 1989;5:234-7.
22. <http://www.dentsply.co.uk/Products/Endodontics/ReTreatment-Repair/ProTaper-Universal-Retreatment-Files.aspx>.
23. <http://www.micro-mega.com/anglais/produits/r-endo/instrument.php>
24. http://www.vdw-dental.com/produkte_e/index.html.
25. Thompson SA. An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry. International Endodontic Journal 2000;33(4), 297–310.
26. Buehler WJ, Wang FE. A summary of recent research on the Nitinol alloys and their potential application in ocean engineering. Ocean Engineering 1968; 1: 105–20.
27. Gould JV Machinability of Nickel–Titanium alloys. Metcut Research Associates, Report No 573–4062–1. Office of Technical Services, U.S. Dept of Commerce, Report No AD-419009; 1963.

28. Duerig W Applications of shape memory. Materials Science Forum1990; 56–8, 679–92.
29. Stoeckel D, Yu W Superelastic Ni-Ti wire. Wire Journal International March,1991; 45–50.
30. Civian S, Huget EF, Desimon LB Potential applications of certain Nickel–Titanium (Nitinol) alloys. Journal of Dental Research 1975;54(1): 89–96.
31. Hasegawa K. The studies on Ti-Ni shape memory alloy for dental use – trial production of prefabricated straight-slit type posts by electric discharge machining. Journal of Dental Materials 1989; 8(3): 388–409.
32. Kimura H, Sohmura T Improvement in corrosion resistance of Ti-Ni shape memory alloy by oxide film coating. Journal of Dental Materials 1988;7; 106–10.
33. Sachdeva R, Fukuyo S, Suzuki K, Oshida Y, Miyazaki S Shape memory NiTi alloys – applications in dentistry. Materials Science Forum,1990; 56-8, 693–8.
34. Schettler D, Baumgart F, Bensmann G, Haasters J Method of alveolar bracing in mandibular fractures using a new form of fixation made from memory alloy. Journal of Maxillo-Facial Surgery1979; 7: 51–4.
35. Kuo P, Yang P, Zhang Y, Yang H, Yu Y, Dai K et al. The use of nickel–titanium alloy in orthopaedic surgery in China. Orthopaedics.1989; 12: 111–6.
36. Miura F, Mogi M, Okamoto Y New application of superelastic NiTi rectangular wire. Journal of Clinical Orthodontics.1990; 9: 544–8.

37. Parashos P, Messer HH. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *J Endod* 2006;32(11):1031-43.
38. Parashos P, Messer HH. The diffusion of innovation in dentistry: a review using rotary nickel-titanium technology as an example. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;101(3):395–401.
39. Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JEA, Messer HH. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *J Endod* 2000;26(3):161–5
40. Parashos P, Gordon I, Messer HH. Factors influencing defects of rotary nickel-titanium endodontic instruments after clinical use. *J Endod* 2004;30(10):722–5.
41. Alapati SB, Brantley WA, Svec TA, Powers JM, Nusstein JM, Daehn GS. SEM observations of nickel-titanium rotary endodontic instruments that fractured during clinical use. *J Endod* 2005;31(1):40–3.
42. Arens FC, Hoen MM, Steiman HR, Dietz GC, Jr. Evaluation of single-use rotary nickel-titanium instruments. *J Endod* 2003;29(10):664–6.
43. Crump MC, Natkin E. Relationship of broken root canal instruments to endodontic case prognosis: a clinical investigation. *J Am Dent Assoc* 1970;80(6):1341–7.
44. Al-Fouzan KS. Incidence of rotary ProFile instrument fracture and the potential for bypassing in vivo. *Int Endod J* 2003;36(12):864–7.
45. Pettiette MT, Conner D, Trope M. Procedural errors with the use of nickel-titanium rotary instruments in undergraduate endodontics. *J Endod* 2002;28:259.

46. Kohli M, Kim J, Iqbal M, Kim S. A retrospective clinical study of incidence of root canal instrument separation in an endodontic graduate program. *J Endod* 2005; 31(3):223.
47. Spili P, Parashos P, Messer HH. The impact of instrument fracture on outcome of endodontic treatment. *J Endod* 2005;31(12):845–50.
48. Mandel E, Adib-Yazdi M, Benhamou L-M, Lachkar T, Mesgouez C, Sobel M. Rotary Ni-Ti profile systems for preparing curved canals in resin blocks: influence of operator on instrument breakage. *Int Endod J* 1999;32(6):436–43.
49. Barbakow F, Lutz F. The Lightspeed preparation technique evaluated by Swiss clinicians after attending continuing education courses. *Int Endod J* 1997;30(1):46–50.
50. Gambarini G. Cyclic fatigue of ProFile rotary instruments after prolonged clinical use. *Int Endod J* 2001;34(5):386–9.
51. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL, Jr. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1997;23(2):77–85.
52. Haïkel Y, Serfaty R, Bateman G, Senger B, Allemann C. Dynamic and cyclic fatigue of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1999;25(6):434–40.
53. Ullmann CJ, Peters OA. Effect of cyclic fatigue on static fracture loads in ProTaper nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2005;31(3):183–6.
54. Miyai K, Ebihara A, Hayashi Y, Doi H, Suda H, Yoneyama T. Influence of phase transformation on the torsional and bending properties of nickel-titanium rotary endodontic instruments. *Int Endod J* 2006;39(2):119–26.

55. Borgula L. Rotary nickel-titanium instrument fracture: an experimental and SEM based analysis. [D Clin Dent (Endo)]. Melbourne: University of Melbourne, 2005.
56. Yared G, Kulkarni GK, Ghossayn F. An in vitro study of the torsional properties of new and used K3 instruments. *Int Endod J* 2003;36(11):764–9.
57. Guilford WL, Lemons JE, Eleazer PD. A comparison of torque required to fracture rotary files with tips bound in simulated curved canal. *J Endod* 2005;31(6):468–70.
58. Ankrum MT, Hartwell GR, Truitt JE. K3 Endo, ProTaper, and ProFile systems: breakage and distortion in severely curved roots of molars. *J Endod* 2004;30(4):234–7.
59. Turpin YL, Chagneau F, Vulcain JM. Impact of two theoretical cross-sections on torsional and bending stresses of nickel-titanium root canal instrument models. *J Endod* 2000;26(7):414–7.
60. Berutti E, Chiandussi G, Gaviglio I, Ibba A. Comparative analysis of torsional and bending stresses in two mathematical models of nickel-titanium rotary models: ProTaper versus ProFile. *J Endod* 2003;29(1):15–9.
61. Schäfer E, Dzepina A, Danesh G. Bending properties of rotary nickel-titanium instruments. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96(6):757–63.
62. Diemer F, Calas P. Effect of pitch length on the behavior of rotary triple helix root canal instruments. *J Endod* 2004;30(10):716–8.
63. Biz MT, Figueiredo JAP. Morphometric analysis of shank-to-flute ratio in rotary nickel-titanium files. *Int Endod J* 2004;37(6):353–8.

64. Filipi P. Titanium-nickel shape memory alloys in medical applications. In: Brunette D, Tengvall P, Textor M, Thomsen P, eds. Titanium in medicine: material science, surface science, engineering, biological responses and medical applications, 1st ed. Berlin: Springer, 2001:54–69.
65. Valois CRA, Silva LP, Azevedo RB. Atomic force microscopy study of stainless steel and nickel-titanium files. J Endod 2005;31(12):882–5.
66. Serene TP, Adams JD, Saxena A. Nickel-titanium instruments. Applications in endodontics. St. Louis, MO: Ishiyaku EuroAmerica, Inc., 1995.
67. Kuhn G, Tavernier B, Jordan L. Influence of structure on nickel-titanium endodontic instruments failure. J Endod 2001;27(8):516–20.
68. Alapati SB, Brantley WA, Svec TA, Powers JM, Nusstein JM, Daehn GS. Proposed role of embedded dentin chips for the clinical failure of nickel-titanium rotary instruments. J Endod 2004;30(5):339–41.
69. Kuhn G, Jordan L. Fatigue and mechanical properties of nickel-titanium endodontic instruments. J Endod 2002;28(10):716–20.
70. Shaw M. Surface integrity. In: Crookall J, Shaw M, Suh N, eds. Metal cutting principles, 2nd ed. New York: Oxford University Press, 2005:472–8.
71. Rapisarda E, Bonaccorso A, Tripi TR, Condorelli GG, Torrisi L. Wear of nickel-titanium endodontic instruments evaluated by scanning electron microscopy: effect of ion implantation. J Endod 2001;27(9):588–92.

72. Lee DH, Park B, Saxena A, Serene TP. Enhanced surface hardness by boron implantation in Nitinol alloy. *J Endod* 1996;22(10):543–6.
73. Lausmaa J. Mechanical, thermal, chemical and electrochemical surface treatment of titanium. In: Brunette DM, Tengvall P, Textor M, Thomsen P, eds. *Titanium in medicine*, 1st ed. Berlin: Springer, 2001:247–8.
74. Li UM, Lee BS, Shih CT, LanWH, Lin CP. Cyclic fatigue of endodontic nickel-titanium rotary instruments: static and dynamic tests. *J Endod* 2002;28(6):448–51.
75. Zelada G, Varela P, Martín B, Bahillo JG, Magán F, Ahn S. The effect of rotational speed and the curvature of root canals on the breakage of rotary endodontic instruments. *J Endod* 2002;28(7):540–2.
76. Martín B, Zelada G, Varela P, et al. Factors influencing the fracture of nickel-titanium rotary instruments. *Int Endod J* 2003;36(4):262–6.
77. Gabel WP, Hoen M, Steiman HR, Pink FE, Dietz R. Effect of rotational speed on nickel-titanium file distortion. *J Endod* 1999;25(11):752–4.
78. Yared GM, Bou Dagher FE, Machtou P, Kulkarni GK. Influence of rotational speed, torque and operator proficiency on failure of Greater Taper files. *Int Endod J* 2002;35(1):7–12.
79. PoulsenWB, Dove SB, Del Rio CE. Effect of nickel-titanium engine driven instrument rotational speed on root canal morphology. *J Endod* 1995;21(12):609–12.

80. Bortnick KL, Steiman HR, Ruskin A. Comparison of nickel-titanium file distortion using electric and air-driven handpieces. *J Endod* 2001;27(1):57–9.
81. Gambarini G. Cyclic fatigue of nickel-titanium rotary instruments after clinical use with low- and high-torque endodontic motors. *J Endod* 2001;27(12):772–4.
82. Berutti E, Negro AR, Lendini M, Pasqualini D. Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper rotary instruments. *J Endod* 2004;30(4):228–30.
83. Booth JR, Scheetz JP, Lemons JE, Eleazer PD. A comparison of torque required to fracture three different nickel-titanium rotary instruments around curves of the same angle but of different radius when bound at the tip. *J Endod* 2003;29(1):55–7.
84. Best S, Watson P, Pilliar R, Kulkarni GGK, Yared G. Torsional fatigue and endurance limit of a size 30.06 ProFile rotary instrument. *Int Endod J* 2004;37(6):370–3.
85. Peters OA, Peters CI, Schönenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *Int Endod J* 2003;36(2):93–9.
86. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endod Topics* 2005;10:3–29.
87. Blum JY, Cohen A, Machtou P, Micallef JP. Analysis of forces developed during mechanical preparation of extracted teeth using Profile NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 1999;32(1):24–31.

88. Schrader C, Peters OA. Analysis of torque and force with differently tapered rotary endodontic instruments in vitro. *J Endod* 2005;31(2):120–3.
89. Roland DD, Andelin WE, Browning DF, Hsu G-HR, Torabinejad M. The effect of preflaring on the rates of separation for 0.04 taper nickel titanium rotary instruments. *J Endod* 2002;28(7):543–5.
90. Svec TA, Powers JM. The deterioration of rotary nickel-titanium files under controlled conditions. *J Endod* 2002;28(2):105–7.
91. Yared GM, Bou Dagher FE, Machtou P. Cyclic fatigue of ProFile rotary instruments after clinical use. *Int Endod J* 2000;33(3):204–7.
92. Yared G, Bou Dagher FE, Machtou P. Cyclic fatigue of ProFile rotary instruments after simulated clinical use. *Int Endod J* 1999;32(2):115–9.
93. Peters OA, Barbakow F. Dynamic torque and apical forces of ProFile. 04 rotary instruments during preparation of curved canals. *Int Endod J* 2002;35(4):379–89.
94. Haïkel Y, Serfaty R, Wilson P, Speisser JM, Allemann C. Cutting efficiency of nickel-titanium endodontic instruments and the effect of sodium hypochlorite treatment. *J Endod* 1998;24(11):736–9.
95. Stokes OW, Fiore PM, Barss JT, Koerber A, Gilbert JL, Lautenschlager EP. Corrosion in stainless-steel and nickel-titanium files. *J Endod* 1999;25(1):17–20.
96. Dakin HD. On the use of certain antiseptic substances in treatment of infected wounds. *Br Med J* 1915;2:318
97. Mentz TCF. The use of sodium hypochlorite as a general endodontic medicament. *Int Endod J* 1982;15(3):132–6

98. Gatewood RS. Endodontic materials. Dent Clin North Am 2007 Jul;51(3):695-712.
99. Cunningham WT, Balekjian AY. Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1980;49(2):175.
100. Gordon TM, Damato D, Christner P. Solvent effect of various dilutions of sodium hypochlorite on vital and necrotic tissue. J Endod 1981;25(7):498-501.
101. Goodman A, Schilder H, Aldrich W. The thermomechanical properties of gutta percha. II. The history and chemistry of gutta percha. Oral Surg Oral Med oral Pathol 1974;37(6):954-61.
102. Freidman CE, Sandik JL, Heuer MA, et al. Composition and physical properties of gutta percha endodontic filling materials. J. Endod 1977;3(8):304-8.
103. Binnig G, Quate CF, Gerber C. Atomic force microscope. Phys Rev Lett. 1986;56(9):930-933.
104. Bourauel C, Fries T, Drescher D, Plietsch R. Surface roughness of orthodontic wires via atomic force microscopy, laser specular reflectance, and profilometry. Eur J Orthod 1998;20(1):79-92.
105. Parot P, Dufrêne YF, Hinterdorfer P, Le Grimmellec C, Navajas D, Pellequer JL, Scheuring S. Past, present and future of atomic force microscopy in life sciences and medicine. J Mol Recognit. 2007;20(6):418-31.
106. Yves F. Dufrêne & Peter Hinterdorfer. Eur J Physiol 2008;256:237–245.

107. Goldstein J, Newbury D, Joy D, Lyman C, Echlin P, Lifshin E, Sawyer L, Michael J. Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis. 3rd edition, Springer, New York, p.2-21.
108. Roggendorf MJ, Legner M, Ebert J, Fillery E, Frankenberger R, Friedman S. Micro-CT evaluation of residual material in canals filled with Activ GP or GuttaFlow following removal with NiTi instruments. *Int Endod J*. 2010;43(3):200-9.
109. Stabholz A, Friedman S. Endodontic retreatment--case selection and technique. Part 2: Treatment planning for retreatment. *J Endod* 1988;14(12):607-14.
110. Grossman L. 1970 Endodontic Practice, 8th edn. Philadelphia: Lea & Febiger, pp.283-5.
111. Sae-Lim V, Rajamanickam I, Lim BK, Lee HL. Effectiveness of ProFile .04 taper rotary instruments in endodontic retreatment. *J Endod*. 2000;26(2):100-4.
112. Saad AY, Al-Hadlaq SM, Al-Katheeri NH. Efficacy of two rotary NiTi instruments in the removal of Gutta-Percha during root canal retreatment. *J Endod* 2007;33(1):38-41.
113. Taşdemir T, Er K, Yildirim T, Celik D. Efficacy of three rotary NiTi instruments in removing gutta-percha from root canals. *Int Endod J*. 2008;41(3):191-6.
114. Giuliani V, Cocchetti R, Pagavino G. Efficacy of ProTaper universal retreatment files in removing filling materials during root canal retreatment. *J Endod*. 2008;34(11):1381-4.

115. Gu LS, Ling JQ, Wei X, Huang XY. Efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from root canals. *Int Endod J*. 2008;41(4):288-95.
116. Só MV, Saran C, Magro ML, Vier-Pelisser FV, Munhoz M. Efficacy of ProTaper retreatment system in root canals filled with gutta-percha and two endodontic sealers. *J Endod* 2008 ;34(10):1223-5.
117. Bramante CM, Fidelis NS, Assumpção TS, Bernardineli N, Garcia RB, Bramante AS, de Moraes IG. Heat release, time required, and cleaning ability of MTwo R and ProTaper universal retreatment systems in the removal of filling material. *J Endod* 2010;36(11):1870-3.
118. Marfisi K, Mercade M, Plotino G, Duran-Sindreu F, Bueno R, Roig M. Efficacy of three different rotary files to remove gutta-percha and Resilon from root canals. *Int Endod J* 2010;43(11):1022-8.
119. Fenoul G, Meles GD, Perez F. The efficacy of R-endo rotary NiTi and stainless-steel hand instruments to remove gutta-percha and Resilon. *Int Endod J* 2010;43(2):135-41.
120. Somma F, Cammarota G, Plotino G, Grande NM, Pameijer CH. The effectiveness of manual and mechanical instrumentation for the retreatment of three different root canal filling materials. *J Endod* 2008;34(4):466-9.
121. Gani O, Visvisian C. Apical canal diameter in the first upper molar at various ages. *J Endod* 1999;25(10):689-91.
122. Himel VT, McSpadden JT, Goodis HE. Instruments, Materials and Devices. In: Cohen S, Hargreaves KM, editors. *Pathways of The Pulp*. 9th ed. St Louis: Mosby; 2006.p.263.

123. Hülsmann M, Stotz S. Efficacy, cleaning ability and safety of different devices for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Int Endod J* 1997;30(4):227-33
124. Pirani C, Pelliccioni GA, Marchionni S, Montebugnoli L, Piana G, Prati C. Effectiveness of three different retreatment techniques in canals filled with compacted gutta-percha or Thermafil: a scanning electron microscope study. *J Endod* 2009 Oct;35(10):1433-40. Epub 2009 Aug 22.
125. de Oliveira DP, Barbizam JV, Trope M, Teixeira FB Comparison between gutta-percha and resilon removal using two different techniques in endodontic retreatment. *J Endod* 2006;32(4):362-4.
126. Inan U, Aydin C, Uzun O, Topuz O, Alacam T. Evaluation of the surface characteristics of used and new ProTaper Instruments: an atomic force microscopy study. *J Endod* 2007;33(11):1334-7.
127. Valois CR, Silva LP, Azevedo RB. Multiple autoclave cycles affect the surface of rotary nickel-titanium files: an atomic force microscopy study. *J Endod* 2008;34(7):859-62.
128. Ametrano G, D'Antò V, Di Caprio MP, Simeone M, Rengo S, Spagnuolo G. Effects of sodium hypochlorite and ethylenediaminetetraacetic acid on rotary nickel-titanium instruments evaluated using atomic force microscopy. *Int Endod J* 2011;44(3):203-9.
129. Troian CH, Só MV, Figueiredo JA, Oliveira EP. Deformation and fracture of RaCe and K3 endodontic instruments according to the number of uses. *Int Endod J* 2006;39(8):616-25.

130. Cavalleri G, Cantatore G, Costa A, Grillenzoni M, Comin Chiaramonti L, Gerosa R. The corrosive effects of sodium hypochlorite on nickel-titanium endodontic instruments: assessment by digital scanning microscope. *Minerva Stomatol* 2009;58(5):225-31.
131. Shen Y, Bian Z, Cheung GS, Peng B. Analysis of defects in ProTaper hand-operated instruments after clinical use. *J Endod* 2007;33(3):287-90.
132. Wei X, Ling J, Jiang J, Huang X, Liu L. Modes of failure of ProTaper nickel-titanium rotary instruments after clinical use. *J Endod* 2007;33(3):276-9.
133. Braga PC, Ricci D. *Methods in molecular biology*. Humana Pres, New Jersey;2004:3-39.
134. Mahmoud SH, Elembaby Ael S, Zaher AR, Grawish Mel-A, Elsabaa HM, El-Negoly SA, Sobh MA. Effect of 16% carbamide peroxide bleaching gel on enamel and dentin surface micromorphology and roughness of uremic patients: an atomic force microscopic study. *Eur J Dent* 2010;4(2):175-82.
135. Forner L, Salmerón-Sánchez M, Palomares M, Llena C, Amengual J. The use of atomic force microscopy in determining the stiffness and adhesion force of human dentin after exposure to bleaching agents. *J Endod* 2009;35(10):1384-6.
136. Hegedüs C, Bistey T, Flóra-Nagy E, Keszthelyi G, Jenei A. An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *J Dent* 1999;27(7):509-15.

137. Valois CR, Silva LP, Azevedo RB. Structural effects of sodium hypochlorite solutions on gutta-percha cones: atomic force microscopy study. *J Endod* 2005;31(10):749-51.
138. Valois CR, Silva LP, Azevedo RB. Effects of 2% chlorhexidine and 5.25% sodium hypochlorite on gutta-percha cones studied by atomic force microscopy. *Int Endod J* 2005;38(7):425-9.
139. Topuz O, Aydin C, Uzun O, Inan U, Alacam T, Tunca YM. Structural effects of sodium hypochlorite solution on RaCe rotary nickel-titanium instruments: an atomic force microscopy study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;105(5):661-5.
140. Alexandrou G, Chrissafis K, Vasiliadis L, Pavlidou E, Polychroniadis EK. Effect of heat sterilization on surface characteristics and microstructure of Mani NRT rotary nickel-titanium instruments. *Int Endod J* 2006;39(10):770-8.
141. Zinelis S, Eliades T, Eliades G. A metallurgical characterization of ten endodontic Ni-Ti instruments: assessing the clinical relevance of shape memory and superelastic properties of Ni-Ti endodontic instruments. *Int Endod J* 2010;43(2):125-34.
142. Alapati SB, Brantley WA, Iijima M, Clark WA, Kovarik L, Buie C, Liu J, Ben Johnson W. Metallurgical characterization of a new nickel-titanium wire for rotary endodontic instruments. *J Endod* 2009;35(11):1589-93.
143. Berutti E, Angelini E, Rigolone M, Migliaretti G, Pasqualini D. Influence of sodium hypochlorite on fracture properties and corrosion of ProTaper Rotary instruments. *Int Endod J* 2006;39(9):693-9.

10. ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER:

Ad: BARAN CAN
Soyad: SAĞLAM
Uyruğu: T.C.
Doğum Tarihi: 13.01.1982
Doğum Yeri: ZONGULDAK

EĞİTİM DURUMU:

- *2005 yılında başlamış olduğum doktora eğitimime Gazi Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi ve Endodonti Anabilim dalında araştırma görevlisi olarak devam etmekteyim.
- *1999-2004 Gazi Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi
- *1996-1999 Zonguldak Fen Lisesi
- *1992-1996 Zonguldak TED Koleji
- *1989-1992 Yayla İlkokulu (Zonguldak)
- *1987-1989 Ülkü İlkokulu (Yenice/Karabük)

YABANCI DİL:

İngilizce

11. EKLER

TEŞEKKÜR

Doktora hayatım boyunca mesleki bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, karşılaştığım her zorluğu aşmamda büyük destekleri olan danışmanım Prof. Dr. Güliz GÖRGÜL'e,

Başta bölüm başkanımız Prof. Dr. Tayfun ALAÇAM olmak üzere Restoratif Diş Tedavisi ve Endodonti Ana Bilim Dalının değerli tüm öğretim üyelerine,

Doktora hayatım boyunca birlikte görev yaptığım Restoratif Diş Tedavisi ve Endodonti Ana Bilim Dalının sevgili asistanlarına,

Tüm öğrenim hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen annem, babam ve kardeşime teşekkürlerimi sunarım.