

**T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

Tez Yöneticisi
Dr. Öğr. Üyesi Burhan Can ÇANAKÇI

**KALSİYUM HİDROKSİTİN EĞİMLİ KÖK
KANALLARINDA KIRIK EĞE VARLIĞINDA
PERİAPİKAL pH ÜZERİNE ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

(Uzmanlık Tezi)

Araş. Gör. Rezan SUNGUR GÜZEL

Bu çalışma 2017/172 nolu proje olarak Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir.

EDİRNE-2019



T.C.
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
Klinik Bilimler Bölüm Başkanlığı
Endodonti Anabilim Dalı Başkanlığı



Sayı : 48522283-100
Konu : Eğitim - Öğretim İşleri (Genel)


DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

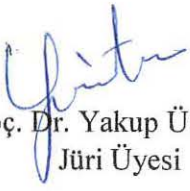
DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZ SAVUNMA TUTANAĐI

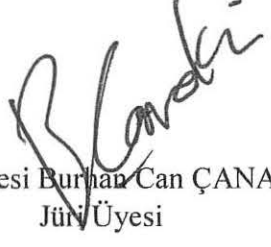
Trakya Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Diş Hekimliği'nde Uzmanlık öğrencisi Dt. Rezan SUNGUR GÜZEL'in "Kalsiyum Hidroksitin Eğimli Kök Kanallarında Kırık EĞe Varlığında Periapikal pH Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi" konulu tezini incelemek üzere oluşturulan tez jürisine üye olarak seçildiğimizin ilgi yazınızla bildirilmesi üzerine jüri üyeleri, Tez hakkında hazırladıkları kişisel raporlarıyla 18.04.2019 tarihinde toplanmış ve ilgili öğrenci tez savunmasına alınmıştır. Tez savunması saat 14.30'da başlamış ve saat 16.15'de bitmiştir.


Tıpta Uzmanlık TüzüĐü' nün 25. maddesi gereğince yapılan tez savunmasının tamamlanması sonucunda adı geçenin tezi jüri üyelerince oy birliği ile kabul edilmiştir.

Bilgilerinize arz ederiz.


Prof. Dr. Özgür ER
Jüri Başkanı


Doç. Dr. Yakup ÜSTÜN
Jüri Üyesi


Dr. Öğr. Üyesi Burhan Can ÇANAKÇI
Jüri Üyesi


Dr. Öğr. Üyesi İrem Çetinkaya
Jüri Üyesi

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim ve tez sürecim boyunca kıymetli bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Burhan Can ÇANAKÇI'ya;

İlgisi ve önerilerini göstermekten kaçınmayan ve sevgisini her zaman hissettiren, öğrencisi olma gururunu hayatım boyunca taşıyacağım değerli hocam Prof. Dr. Özgür ER'e;

Her anımızı paylaşarak, iş arkadaşı olmanın ötesinde benden hiçbir zaman yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen, keyifle çalıştığım bölüm arkadaşlarıma;

Trakya Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nin ilk asistanı olarak başladığımda benim Edirne'deki giderek genişleyen ailem olan fakültemizin tüm hocaları, araştırma görevlisi, hemşire, sekreter ve çalışanlarına;

Beni büyük bir emek, fedakarlık ve özveriyle yetiştiren, canım ailem Selma-Salih SUNGUR ve ablası olma gurunu yaşatan dört kardeşime;

Varlığı bana neşe, nefes olan, yol arkadaşım, eşim Bülent GÜZEL'e

Sonsuz ve en içten teşekkürlerimi sunuyorum...

Araş. Gör. Rezan SUNGUR GÜZEL

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ VE AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER	3
KÖK KANAL TEDAVİSİNİN KOMPLİKASYONLARI	3
KÖK KANAL ŞEKİLLENDİRİLMESİ SIRASINDA KANALDA ALET KIRILMASI	3
KÖK KANAL EĞİMİNİN YARIÇAPI VE AÇISI	5
KIRIK ALETLERE YAKLAŞIM PROSEDÜRLERİ	6
KIRIK ALETİN ORTOGRAD OLARAK ÇIKARILMASINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER	6
KANAL TEDAVİSİNDE ALET KIRIĞININ ÖNEMİ VE PROGNOZA ETKİSİ ...	7
KÖK KANAL TEDAVİSİNDE KANAL İÇİ MEDİKASYON	7
KALSİYUM HİDROKSİT	7
GEREÇ VE YÖNTEMLER	11
BULGULAR	22
TARTIŞMA	42
SONUÇLAR	52
ÖZET	53
SUMMARY	54
KAYNAKLAR	55
EKLER	

SİMGE VE KISALTMALAR

AK.	: Alet Kırığı
Ca(OH)₂	: Kalsiyum Hidroksit
Ca⁺²	: Kalsiyum İyonu
CO₂	: Karbondioksit
EDTA	: Etilen Diamin Tetra Asetik Asit
H-tipi	: Hedström
K-tipi	: Kerr
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
NiTi	: Nikel Titanyum
Ncm	: Newton Centimeters
OH⁻	: Hidroksil İyonu
pH	: Power Of Hydrogen
rpm	: Rotation Per Minute

GİRİŞ VE AMAÇ

Endodontik tedavinin sonucu, kök kanal sisteminin etkin dezenfeksiyonu ve kontaminasyonun önlenmesi ile ilgilidir. Kanal temizliği sırasında kanal içinde kırılarak kalan alet parçası, yeterli kanal hazırlığı, dezenfeksiyonu veya kanal dolumunu engelleyerek tedavi hedeflerine ulaşılmasını tehlikeye atarsa endodontik tedavi prognozunu etkileyebilir (1).

Kök kanalının mekanik temizliği için daha güçlü ve daha esnek olduğu bildirilen nikel-titanyum (NiTi) aletlerinin gelişiyle bile; özellikle dar ve eğri kanallarda alet kırığı oluşabilir (2). Ayrıca, döner NiTi aletlerinin kırılması, yepyeni aletlerle bile hiçbir uyarı vermeden ortaya çıkabilir (3). Deneyimli ellerde dahi bu durumdan kaçınılamayabilir (4).

Çeşitli çalışmaların sonuçlarına göre alet kırığı sıklıkla, kökün apikal üçlüsünde meydana gelmektedir (2,5). Alet kırıklarında, kırık parçaların ortalama uzunluğu 2.96 ± 0.85 mm olarak saptanmıştır (6). Kırık parçanın çıkarılması işlemi, parçanın kök kanalının apikal üçte birinde bulunması durumunda başarısızlıkla sonuçlanabilmektedir (2). Ayrıca kırık parça ne kadar kısa olursa, çıkarılmasındaki başarı oranı da o kadar düşüktür (7).

Bir araştırma, kırık aletlerin çıkarılması sırasında veya sonrasında diş hekimlerinin çoğunun komplikasyon yaşadığını ve eğerlerin, kökün orta veya apikal üçte birinde bulunduğu zaman sırasıyla % 30 ve % 40 oranında kırık aletin çıkarılmasının kök mukavemetini önemli ölçüde düşürdüğünü göstermiştir (8). Kırık alet çıkarılmaya çalışılırken oluşabilen basamaklar ve kanal transportasyonu gibi iyatrojenik komplikasyonlar endişe vericidir (9,10). Aleti çıkarma işlemi başarılı olsa da, kırık parçanın kökün apikaline itilmesi, kökün dış yüzeyindeki sıcaklık artışı, operatörün başarısızlığı, kök kanal duvar kalınlığından ödün verme ve perforasyonlar gibi komplikasyonlar sıklıkla bildirilmektedir (11,12).

Kırık alet kök kanal sisteminden çıkarılırsa, tedavinin başarısı artar; ancak bu seçenek çok sayıda profesyonel için klinikte her zaman bulunmayan karmaşık işlemler ve özel malzemeler gerektirir. Kırılan alet parçası kanalda bırakıldığında, prognoz belirsizdir ve bu seçim hala tartışılmaktadır (9,13).

Günümüzdeki mevcut kanıtlar esas alınarak, kırık alet parçası kök kanalında bırakıldığında endodontik tedavi için prognozu önemli ölçüde azaltmamıştır (1,14). Tedavi anında periapikal patolojinin varlığı prognozu düşürür, ancak bu etkili bir kanal dezenfeksiyonunu tehlikeye attığı ölçüdedir (1).

Kök kanal sisteminin kemomekanik temizliğinin yetersiz kaldığı anatomik düzensizliklerde, kök kanalında antiseptik bir ajanın kullanılması tedavinin tamamlayıcı bir parçası olmaktadır. Kalsiyum hidroksit (Ca(OH)_2), modern endodontide en sık kullanılan kanal içi antiseptik ajandır (15). Ca(OH)_2 çözeltisinin klinik başarısı, hızlıca hidroksil (OH^-) ve kalsiyum iyonlarına (Ca^{+2}) ayrışması ile ortaya çıkan alkalin pH'ına bağlıdır (16). 12,5 civarındaki pH'sı ile enfekte kök kanallarında sıklıkla bulunan birçok mikroorganizmayı kısa süreli direkt temastan sonra etkisiz hale getirebilir (17). Bazikleştirici etkisi OH^- iyonlarının dentin vasıtasıyla kök dış yüzeyine difüzyonu ile de gösterilmiştir (18).

Eğimli kök kanalında kırık alet varlığında, aletin engel olduğu varsayılan kemomekanik olarak ulaşılamayan alanlarda Ca(OH)_2 'nin antibakteriyel özelliğini sağlayan pH artışı ile ilgili literatürde henüz bir bilgi yoktur. Bu çalışmada amacımız; NiTi aletlerin en çok kırılma insidansı gösterdiği eğimli kök kanallarının apikal uçlülerinde, farklı boyutlarda kırık aletlerin varlığında, medikament olarak uygulanan Ca(OH)_2 çözeltisinin periapikal pH üzerine etkisini araştırmaktır.

GENEL BİLGİLER

KÖK KANAL TEDAVİSİNİN KOMPLİKASYONLARI

Kanal tedavisi sırasında meydana gelebilecek komplikasyonlar aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır (19):

- 1) Giriş kavitesi açma sırasında meydana gelen komplikasyonlar
- 2) Kanal şekillendirme ve temizleme sırasında meydana gelen komplikasyonlar
 - a) Basamak oluşumu
 - b) Yapay kanal oluşturma
 - c) Kök perforasyonları
 - d) Alet kırılması
 - e) Diğer komplikasyonlar
- 3) Kanal dolgusu sırasında meydana gelen komplikasyonlar
- 4) Post boşluğu hazırlanması sırasında meydana gelen komplikasyonlar

KÖK KANAL ŞEKİLLENDİRİLMESİ SIRASINDA KANALDA ALET KIRILMASI

Kök kanalının mekanik şekillendirilmesi sırasında hem paslanmaz çelik eğeler hem de NiTi döner eğelerde kırılma görülebilir (2,14). Bir kanal aletinin dayanabileceği en yüksek direnç aşılır veya alette oluşan mevcut çatlak ilerlerse, alet olağan çalışma yükünü taşıyamayabilir ve kırılabilir (20).

Kanal tedavisi görmüş dişlerde, kırık alet bulunma sıklığı ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. NiTi döner eğelerin, paslanmaz çelik eğelere göre daha fazla elastik esneklik, direnç

ve şekil hafızasına sahip olmalarına rağmen (21), NiTi eğelerde görülen kırık oranının, paslanmaz çelik eğelere göre daha fazla olduğu görülmüştür (2,22). Kanal içinde kırılan eğelerin türüyle ilgili yapılan çalışmalara göre; paslanmaz çelik eğelerin kırılma oranı %0.25-%6 iken (2,14,23,24), NiTi döner aletlerde bu oran %0,9-%21 arasındadır (2,25-28).

Yeni–hiç kullanılmamış eğeler ya da eğelerin deneyimli endodontistler tarafından kullanılması dahi, kanal içinde eğe kırılmasının önüne geçemez (28). NiTi alet kırığının nedenlerini araştırmak için birçok *in vitro* çalışma yapılmıştır (3,29-31). Kök kanal eğimi ve çapı; aletin çapı, genişleme açısı ve enine kesit tasarımı gibi birçok etken eğenin kanal içerisinde kırılmasına etki eder (32).

Dar ve eğimli kök kanallarında eğede bozulma, aşınma ya da kırılma olasılığı daha fazladır (3,24). Döner sistem ile çalışan NiTi eğeler kök kanalının eğimli olmayan tarafında gerilme, eğimli tarafında ise sıkıştırma tipi kuvvetlere maruz kalırlar (25,28,33). Eğimli kanallarda rotasyonun neden olduğu bu tekrarlanan gerilim-sıkışma döngüsü, eğenin döngüsel yorgunluğunu artırır ve kırılmasına sebep olur (25,34). NiTi eğelerin üzerindeki bu baskı ve gerilme stresleri, eğimin derecesi arttıkça artar (32,35).

Kök kanalının eğiminin artması ile hem birincil hem de tekrarlayan kök kanal tedavisi sırasında alet kırığı görülme sıklığı artar (6,36-38). Alet kırıklarının çoğu şiddetli eğimli kanallarda gerçekleşir (6). Eğrilik derecesi arttıkça alet kırığı oranı artar (6,38,39). Ayrıca eğimli kök kanalının eğim uzunluğunun artması (40) ve birden fazla eğime sahip olması (41-43) alet üzerinde oluşan stres ve gerilmelerin artmasına sebep olarak kırılma ihtimalini artırır (40).

Ege kırıkları kök kanalının her bölgesinde meydana gelebilmekle birlikte (2,44), sıklıkla apikal üçlüde görülür (45-48). Ege kırıklarının %80-86'sı apikal üçlüde, %13-15'i orta üçlüde, %1-3'ü ise koronal üçlüde meydana gelir (2,32,37,48-50). Bu durum apikal üçlünün genellikle küçük çaplı ve şiddetli eğimli olmasına bağlanır (2,32,51).

Ege kırılma sıklığı diş gruplarına göre incelendiğinde, en sık büyük azı dişlerinde, sonra sırasıyla küçük azı ve keser dişlerde olmaktadır (2,9,24,32). Ayrıca maksiller büyük azı dişlerinde mezio-bukkal kanallarda, disto-bukkal kanallara; mandibular büyük azı dişlerinde ise mezio-bukkal kanallarda, mezio-lingul kanallara göre daha fazla alet kırığı oluşur. Bu sonuçlar kök eğimlerindeki farklılıkla ilişkilendirilmiştir (2,52).

Nikel titanyum eğelerde kırılma, genellikle kırık için gerekli kuvvetin uygulanmasından çok, düşük streslerle tekrarlanan klinik kullanım sonucu olarak ortaya çıkar (32,50,53,54).

Ayrıca hiç kullanılmamış-yeni NiTi eğeler dahi olsa, tespit edilebilen herhangi bir plastik deformasyon göstermeden de kırık oluşabilir (40,45).

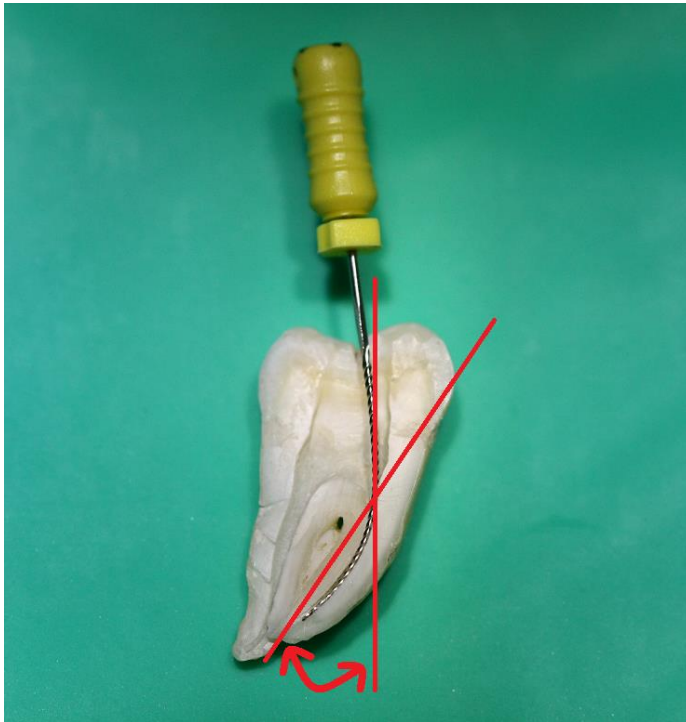
Kanal aletinin üretim yöntemi (27), kullanılan NiTi alaşımı (55), aletin tipi ve tasarımı (56), çapı (57,58), dönme hızı (26), uygulanan tork (59), hareket tipi (60), kayganlaştırıcı ve yıkama çözültisi kullanımı (61,62), şekillendirme yöntemi (63), kullanım sıklığı (64), deneyim (45) ve sterilizasyon (65) gibi etkenler de eğe kırılma direnci açısından önemlidir.

KÖK KANAL EĞİMİNİN YARIÇAPI VE AÇISI

Kök kanal eğiminin belirlenmesi amacıyla farklı yöntemler geliştirilmiştir (66-68). Bu yöntemlerden biri, doğal dişler üzerinde yapılan *in vitro* deneylerde yaygın olarak kullanılan Schneider Yöntemi'dir (69). Bu yöntemde; kanal ağzının orta noktasından, kanalın ortasını takip eden bir çizgi çizilir. Bu çizginin kök kanalını terk ettiği nokta ile kökün uç kısmı başka bir çizgi ile birleştirilir. Bu çizgilerin kesiştiği noktada oluşan iç açı kanalın eğim derecesini verir (Şekil 1.).

Schneider (66) eğimlerine göre kök kanallarını 3 gruba ayırır:

1. Düz: 5° ve $<$
2. Orta derecede eğimli: $10-20^{\circ}$
3. Şiddetli derecede eğimli: $25-70^{\circ}$



Şekil 1. Schneider Yöntemi'ne göre kök kanal eğim açısının belirlenmesi.

KIRIK ALETLERE YAKLAŞIM PROSEDÜRLERİ

Kırık alet vakalarında, vakaya uygun olarak ortograd ya da retrograd tedavi protokolleri uygulanabilir (11). Öncelikli tedavi tercihi olarak, ortograd yaklaşımla kırık parçanın çıkarılması önerilir (25, 45, 70). Ancak kırık aletin çıkarılması için uygulanan işlemler; kök kanalının zayıflatılması, perforasyon, kök kanalının dış yüzeyinde ısı artışı, aletin tekrar kırılması, kırık parçanın kök dışına itilmesi gibi komplikasyonlara sebep olabilir (10, 71, 72).

Kırık aletin çıkarılamadığı durumlarda “*by-pass*” edilmesi, kemo-mekanik şekillendirme ve kök kanal dolumu yapılması önerilir (11). Ancak kök kanal eğimi arttıkça kanal aletini “*by-pass*” etme başarısı azalır (46). “*By-pass*” işleminin de başarısız olduğu durumlarda kırık alet kök kanalında bırakılıp, aletin koronal kısmı endodontik prosedürlere göre tedavi edilebilir (11) ya da retrograd yaklaşım tercih edilebilir (5, 11).

KIRIK ALETİN ORTOGRAD OLARAK ÇIKARILMASINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Kırık alet çıkarmadaki başarı; kök kanal anatomisi, kırık alet tipi, çapı ve uzunluğu, kırık aletin kök kanalı içerisindeki yeri, hekimin tecrübesi vb. etkenlere bağlıdır (11).

Kırık alet çıkarma işleminde başarı oranı ön grup dişlerde arka gruba ve maksiller dişlerde mandibular dişlere göre daha fazladır (10).

Kök eğimi, kırık alet çıkarma işleminin başarısını doğrudan etkileyebilir (73). Kırık aletlerin çıkarılması için geliştirilmiş olan teknik ve sistemler genellikle kanalın düz kısmında bulunan kırık parçaları çıkarmak için kullanılır (5, 10, 72).

Kırık aletin yeri apikale doğru ilerledikçe çıkarılma başarısı düşmekle birlikte, zor ve riskli bir hal alır (10, 24, 73).

H tipi eğelerin, NiTi döner eğeler ve kısa alet parçaların çıkarılması sırasıyla K tipi eğelere, paslanmaz çelik döner aletlerine ve uzun parçalara kıyasla daha zordur (4, 9, 74). H tipi eğelerin çıkarılması; daha büyük sarmal açısına sahip olması, daha derin oluklar ve daha büyük pozitif rake açısı içermesi ve kırık sonrası kök duvarında daha fazla angajman oluşturması nedeniyle K tipi eğelere oranla daha zordur (4). NiTi eğeler özellikle burulma başarısızlığı sonrası kısa boylarda kırılırlar ve kök kanal duvarlarına saplanırlar; bu da paslanmaz çelik döner aletlere kıyasla çıkarılmalarını zorlaştırır (74, 75). Eğimli kanallarda kırık NiTi eğe parçaları kök kanal duvarına yaslanır ve çıkarılma işlemleri esnasında özellikle ultrasonik uçlar kullanıldığında art arda kırılma eğilimi gösterir (4, 9, 74).

KANAL TEDAVİSİNDE ALET KIRIĞININ ÖNEMİ VE PROGNOZA ETKİSİ

Kök kanallarının yetersiz dezenfeksiyonu ve dolumu endodontik tedavi sonrası başarısızlığın sebepleridir. Kök kanalındaki kırık alet varlığı, kemo-mekanik şekillendirmeyi, dezenfeksiyonu ve dolunun yetersiz olmasına sebep olarak prognozu olumsuz etkileyebilir (76). Aletin kırılmasından önce, aletin kırıldığı kök kanalı bölgesindeki kemo-mekanik dezenfeksiyon seviyesi prognozu doğrudan etkiler (77).

Prognozu etkileyen diğer bir faktör de kök kanal tedavisi öncesi periapikal lezyon varlığı/yokluğudur (20). Periapikal lezyon olmasının prognozu olumsuz etkilediğini iddia eden birçok çalışma mevcut iken (78, 79), etkisi olmadığını da bildiren araştırmacılar olmuştur (1, 14). Bu farklılık, NiTi eğelerin tanıtılmasından önce yayınlanan prognozu olumsuz etkilediğini düşünen eski çalışmaların, mevcut endodonti pratiği ile sınırlı bir ilgiye sahip olduğu vurgulanmıştır (80).

KÖK KANAL TEDAVİSİNDE KANAL İÇİ MEDİKASYON

Kök kanal tedavisi tek seansta tamamlanamadığında, kök kanalında kalan bakteriler kök kanalı boş bırakılırsa hızlı bir şekilde çoğalırlar (81). Bu nedenle bakteriyel yeniden üremeyi kısıtlamak, dezenfeksiyona devam etmek ve fiziksel bir bariyer oluşturmak amacıyla kök kanal medikamentleri kullanılır (82, 83). Şekillendirme ve yıkama ile ulaşılamayan bölgelerde kök kanal dentinine penetrasyonuna bağlı olarak antibakteriyel etkisinden faydalanılır (84). Aynı zamanda inflamatuvar eksüdayı durdurmak (85), travma sonrası dişlerde oluşabilecek inflamatuvar rezorbsiyonun önüne geçebilmek (86), immatür daimi dişlerde sert doku oluşumunu indüklemek (87) için de kök kanal medikamentlerine başvurulur.

Kanal içi ilaç olarak birçok farklı madde önerilmiştir (88). Günümüzde Ca(OH)_2 çözeltisi, en sık kullanılan kanal içi antiseptik ajandır (89).

KALSİYUM HİDROKSİT

Kalsiyum Hidroksitin Kimyasal Özellikleri ve Dental Kullanımı

Kalsiyum hidroksitin esas maddesi olan kireç taşı, dağlarda ve deniz suyunda bulunan kalsiyum karbonatın kristalize olmasıyla oluşan doğal bir taştır. Molekül ağırlığı; 74.08 g (40 g kalsiyum, 34.08 g hidroksil) olan Ca(OH)_2 'nin %54.11'i Ca^{+2} , %45.89'u OH^- dir. Su bazlı likitler ile temasında bu iyonlara kontrollü bir şekilde ayrışarak, yüksek pH değerleri gösterir (12.5-12.8). Ca(OH)_2 , suda düşük çözünürlüğe sahiptir ve sıcaklığın artmasıyla çözünürlüğü

azalır (90). Ca(OH)₂'nin düşük çözünürlüğü doku sıvılarında çözünmeden uzun periyotta vital dokularla temasta kalmasını sağlar (91, 92).

Kalsiyum hidroksit dental olarak, kuafaj tedavisinde (93), apeksifikasyonda (87), apeksogeneziste (90), rezorpsiyon tedavisinde (94), perforasyon tamirinde (95), revaskülarizasyonda (96) ve kök kanal medikamanı (90) olarak kullanılmaktadır.

Kanal İçi Medikament Olarak Kalsiyum Hidroksit

Dentin tübüllerinin mikro çevresi, enfeksiyon sürecinin etyolojisine bakılmaksızın nispeten az bakteri türüne ev sahipliği yapar. Konak savunma mekanizmalarının ötesinde, sistemik alınan antimikrobiyal ajanların ulaşamayacağı alanlarda yerleştikleri için bu mikroflorayı yok etmek amacıyla uygulanan dezenfeksiyon stratejilerinin, dentin tübüllerine penetre olabilen ve onları öldürebilen ajanları da içermesi gerekir (97). Bu amaçla Ca(OH)₂; dezenfeksiyon ve seanslar arasında kontaminasyonun önlenmesi için en yaygın kullanılan kanal içi medikamenttir (90).

Kalsiyum hidroksitin; antibakteriyel (98), antifungal (99), antiinflamatuvar (100), antioksidatif (101), antirezorbtif (102), mineralize doku indüksiyonu (103), organik doku çözücülük (104), hemostatik etki (105), CO₂ absorpsiyonu (106), bakteriyel endodontoksin inaktivasyonu (107), biyofilme karşı etki (108) gibi *in vivo* (107, 109-111) ve *in vitro* (111-113) olarak gösterilmiş etkileri sebebi ile kök kanal medikamenti olarak kullanımı yaygındır (90). Ca(OH)₂'nin bu özellikleri genel olarak OH⁻ iyonu salınımı sayesinde meydana gelen yüksek pH sayesinde elde edilir (16, 90).

Çoğu endodontik patojen, yüksek alkali ortamda hayatta kalamaz (114). Ca(OH)₂ çözeltisinin doğrudan temasından kısa bir süre sonra *Enterococcus faecalis* hariç, enfekte kök kanallarında yaygın olarak tespit edilen *Fusobacterium nucleatum*, *Streptococcus sanguis*, *Capnocytophaga ochracea* ve *Veillonella parvula* (115) gibi birçok mikroorganizmanın %99'una yakını etkisiz hale gelir (17).

Kalsiyum hidroksit çözeltisinin yüksek pH'sı sayesinde sahip olduğu antibakteriyel etki aşağıdaki yollarla açıklanabilir:

1. Hidroksil iyonları; aşırı reaktivite gösteren ve birçok biyomolekül ile tepkimeye giren, son derece oksidan olan serbest radikallerdir (116). Ca(OH)₂ çözeltisi, OH⁻ iyonları vasıtası ile karbondioksiti (CO₂) absorbe ederek, CO₂'e afinitesi olan anaerob mikroorganizmalar üzerinde bakterisidal etki sağlar (106).

2. Hidroksil iyonları, bakteri hücre membranındaki lipid tabakasının peroksidasyonunu teşvik eder ve bu olay hücre zarındaki fosfolipidlerin yıkımıyla sonuçlanır. Bunu, hücre duvarını oluşturan doymamış yağ asitlerindeki hidrojen atomunu bağlayıp onu bir radikale dönüştürerek yapar (117). Böylece OH⁻ iyonlarının etkisi ile bakteri sitoplazmik membranında hasar meydana gelir (98).

3. Hidroksil iyonunun, mikroorganizmalar üzerinde etkisi ayrıca protein denatürasyonu şeklinde olur. Ca(OH)₂'nin neden olduğu alkalizasyon, mikroorganizma proteinlerinin tersiyer yapısını oluşturan iyonik bağların kırılmasını uyarır. Yüksek pH'ya maruz kalma süresi uzadıkça mikroorganizma enzimlerindeki hasar büyür ve geri dönüşümsüz hale gelir. Bu değişimler sıklıkla mikrobiyal enzimin biyolojik aktivitesinin kaybı ve hücrel metabolizmanın bozulmasıyla sonuçlanır (106).

4. Hidroksil iyonlarının başka bir etki çeşidi de bakteriyel DNA ile reaksiyona girerek DNA iplikçiklerinin ayrılmasını uyarma ve genlerin kaybına neden olma şeklindedir. Bu etki hücre aktivitesi organizasyonunu bozabilir ya da ölümcül mutasyonlara sebep olabilir (118).

Kalsiyum hidroksitin kanal içi antimikrobiyal etkisini gösterebilmesi için ya mikroorganizmalar ile çözelti doğrudan temas halinde olmalıdır ya da ayrıışan OH⁻ iyonları çözeltinin doğrudan temasta bulunmadığı dentin tübülleri, istmuslar ya da kök dış yüzeyi gibi bölgelere diffüze olmalıdır (119).

Taşıyıcı Likitin Kalsiyum Hidroksitin Çözünürlüğü Üzerine Etkisi

Kalsiyum hidroksitin farklı taşıyıcılar ile karıştırılması antiseptik özelliklerini (120), doku uyumluluğunu ve mineralizasyonu indükleme kapasitesini (121, 122) etkilemektedir. Bu etkiler, taşıyıcının iyonik serbestleşme üzerindeki etkisinden kaynakmaktadır (123).

Kalsiyum hidroksitin kök kanalına uygulanması için genel olarak aköz, visköz ve yağlı olmak üzere üç tip taşıyıcı kullanılır:

Aköz taşıyıcılar: Su, salin, vazokonstrüktörlü ya da vazokonstrüktörsüz dental anestezipler, karboksimetil selülozün aköz süspansiyonları, anyonik deterjan solüsyonları ve Ringer's çözeltisi gibi suda çözünen maddeler Ca(OH)₂'nin aköz taşıyıcılarıdır (92).

Aköz maddelerle karıştırılan Ca(OH)₂ dokularla veya doku sıvılarıyla temas ettiğinde daha hızlı çözünür, Ca⁺² ve OH⁻ iyonları hızlı biçimde iyonlaşırlar ve çözelti daha hızlı rezorbe edilir (92).

Visköz taşıyıcılar: Gliserin, polietilen glikol ve propilen glikol gibi yapışkan taşıyıcılar $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin visköz taşıyıcılarıdır (92).

Visköz taşıyıcıların yüksek molekül ağırlıkları sayesinde, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ çözeltisinin dokuyla teması sonrası oluşan iyonizasyon daha yavaş olur (124).

Yağlı taşıyıcılar: Zeytinyağı, silikon yağı, kâfur (kambri paraklorofenol yağı), bazı yağ asitleri (oleik, linoleik ve izo stearik asitler dâhil), öjenol ve metakresilasetat gibi taşıyıcılar $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin yağ bazlı taşıyıcılarıdır (92).

Yağlı taşıyıcılar, dokular içerisinde en düşük çözünürlüğü ve difüzyonu sağlar. Bu tür taşıyıcıları içeren medikamanlar, kök kanalı içerisinde aköz ve visköz araç içeren medikamanlara göre daha uzun kalırlar (125).

Kalsiyum hidroksitle karıştırılabilen diğer maddeler: Kalsiyum hidroksit; klorheksidin, kortikosteroid, antibiyotik çözeltileri ile karıştırılarak kanal içi ilaç olarak kullanılmıştır (92, 124). $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -antibiyotik-kortikosteroid kombinasyonu ve farklı $\text{Ca}(\text{OH})_2$ formülasyonları arasında benzer OH^- iyon salınımı görülse de, pH ve difüzyon tek başına $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'den düşük bulunmuştur (126). Aynı zamanda, antibiyotik kombinasyonlarının geniş spektrumlarından kaynaklı kanal içi kullanımlarında oluşabilecek bakteriyal direnç tartışmalıdır (124). Bununla birlikte, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'ye klorheksidin eklendiğinde, pH 30 gün boyunca önemli ölçüde artmıştır. Ancak $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ile birleşen klorheksidinde yüksek pH seviyelerinde çökelme olabileceğinden $\text{CHX}+\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin birleşmesinin faydası tartışmalıdır (127).

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ çözeltisinde, radyopasite sağlamak için ise çinko oksit veya baryum sülfat eklenebilir (128, 129).

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmamızın etik kurul onayı Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'ndan TÜBAP 2017-172 araştırma proje numarası ve TUTF-BAEK 13/17 karar numarasıyla 26.07.2017'de alındı.

Çalışmanın tamamı Trakya Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda gerçekleştirildi.

Örneklerin Seçimi

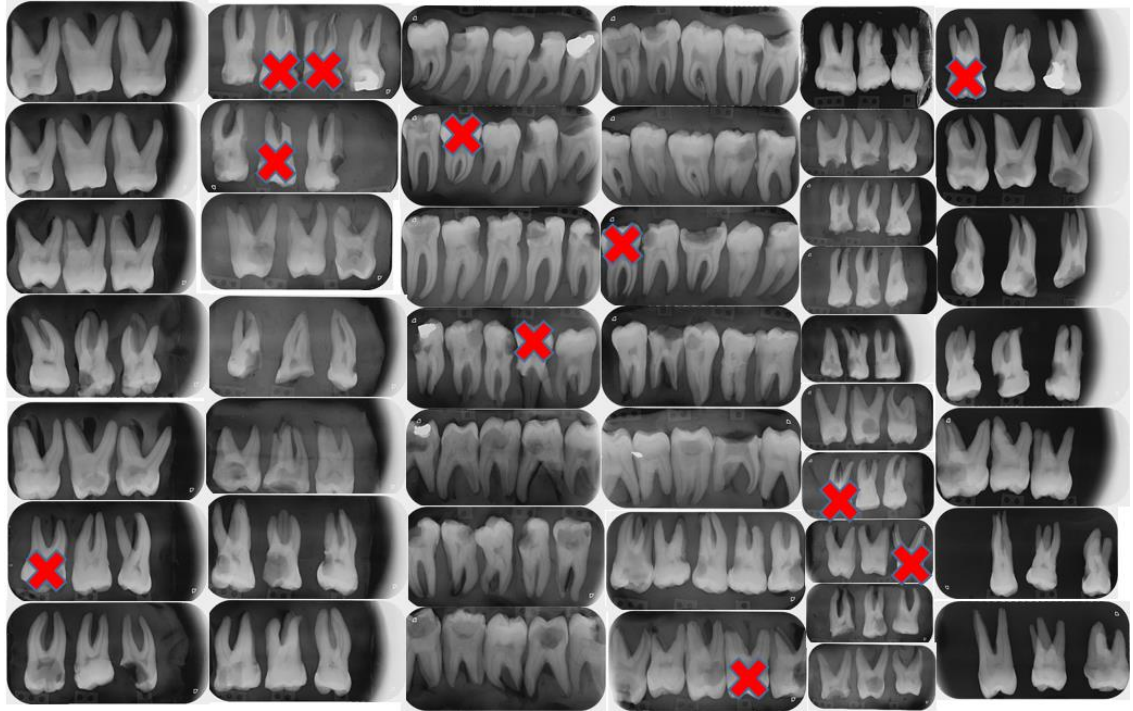
Çalışmada kullanılacak örnek sayısının belirlenmesi için istatistiksel güç ve örneklem büyüklüğü analizi yapıldı. İstatistiksel gücün %80 olarak hedeflenmesi için Tip 1 hata 0,05 ($\alpha=0,05$) ve Tip 2 hata 0,20 ($\beta=0,20$) olarak belirlenerek hesaplandığında her grup için gerekli diş sayısı 20 olarak tespit edildi.

Çalışmamızda 120 adet, yeni çekilmiş insan mandibular ya da maksiller 1. büyük azı dişi kullanıldı. Doku artıklarının uzaklaştırılması amacıyla, dişler %5 NaOCl solüsyonu (Werax, İzmir, Türkiye) içerisinde 1 saat süreyle bekletildikten sonra, distile su altında yıkandı. Periodontal küret yardımıyla köklerin üzerinde kalan doku artıkları ve diş taşları dikkatli ve nazikçe temizlendi. Temizlenen dişler, kullanılacakları zamana kadar, gün aşırı değiştirilen distile su içerisinde oda sıcaklığında muhafaza edildi.

Dişler bukko-lingual ve mesio-distal yönlerden periapikal radyografilerle incelendi (Şekil 2.). Aşağıdaki koşulları sağlayan dişler çalışma için kullanıldı:

- Kök yüzeylerinde çatlak, kırık, çürük ve restorasyon bulunmaması
- Dişlerde herhangi bir anatomik anomali bulunmaması

- Kök gelişiminin tamamlanmış olması
- Kökte rezorbtif bir defekt bulunmaması (Özellikle kökün apikal üçlüsü x2.5 büyütme altında dental loop (Keeler Instruments, Broomall, PA, ABD) ile incelenmiştir.)
- Kök kanallarına yönelik önceden yapılmış herhangi bir tedavi girişimi bulunmaması
- Kök kanalının devamlılığının radyografik olarak görünür olması; içinde kalsifikasyon, perforasyon ve apikal kısma ulaşmayı engelleyen herhangi bir tıkaçın bulunmaması
- Kökün Vertucci Sınıflaması'na (130) göre Sınıf 1 kategorisinde olması
- Kök boylarının yaklaşık olarak benzer olması
- Kök çaplarının özellikle apikal üçlüde çok kalın olmaması ve benzer olması (Bunun için kökün apikal üçlüsündeki çap, kumpas (HİLDA® 150 mm dijital kumpas, Türkiye) yardımıyla ölçüldü ve 2-2.5 mm arası kalınlıktaki kökler çalışmaya dahil edildi (Şekil 3.)).
- Schneider'a (66) göre şiddetli eğimli olarak sınıflandırılan eğim açısının 25°'den fazla olması (Homojen dağılım açısından 20-40° arasında sınırlandırıldı.)



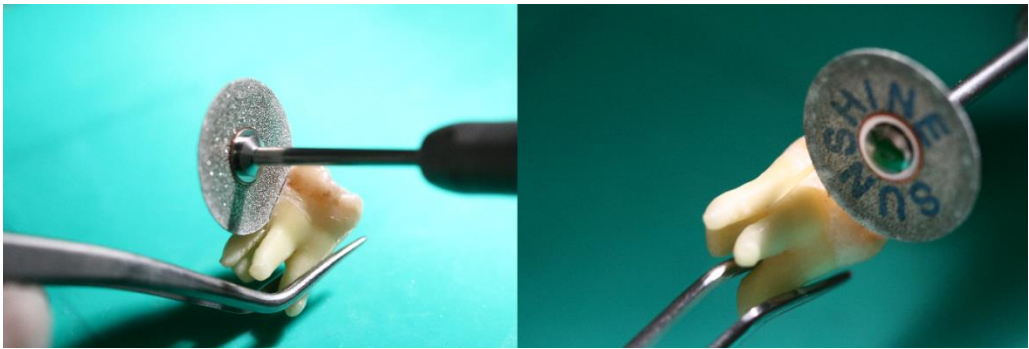
Şekil 2. Diş seçimi ve kök kanal eğim ölçümü için alınan periapikal radyografiler. Çarpı işaretleri, çalışma dışı bırakılan dişleri göstermektedir.



Şekil 3. Kökün apikal üçlüdeki kalınlığının elektronik kumpasla ölçümü.

Örneklerin Hazırlanması

Dişlerin kuronları, mine-sement birleşimi hizasında, düşük hızlı 0.3 mm kalınlığında bir elmas separe (930 D, Meisigner, Almanya) ile uzaklaştırıldı (Şekil 4.). Kökler uzunlukları ortalama 14 mm olacak şekilde standardize edildi (Şekil 5.). Birden fazla kanal tespit edilen kökler çalışma dışı bırakıldı.



Şekil 4. Diş köklerinin kronlarından ayrılması.



Şekil 5. Diş kök uzunluklarının kumpasla 14 mm olarak belirlenmesi.

Kök kanalına #10 bir K-tipi el eğesi (VDW, Münih, Almanya) ile giriş yapıldı ve eğenin ucu apikal foramenden görülene dek kanal içinde ilerletildi. Böylece, bütün örneklerde apikal foramenin açık olduğu x2.5 büyütme altında dental loop yardımı ile kontrol edildi. Eğenin apikal foramenden ilk gözüktüğü anda ölçülen boydan 1 mm çıkarılarak çalışma boyu tespit edildi. Apikal foramen başlangıç genişliği, #15 K tipi el eğesinin çapından büyük olan dişler çalışma dışı bırakıldı.

Kök Kanallarının Şekillendirilmesi

Uygulayıcı tarafından yapılan hataları en aza indirmek ve standardizasyon sağlamak amacıyla, bütün örnekler ve deneysel aşamalar tek araştırmacı tarafından yapıldı.

Dişler Revo-S SC2 #25.04 NiTi (Mikro-Mega, Besancon, Fransa) eğe ve endodontik motor (VDW GmbH, Münih, Almanya) ile dönme hareketiyle üretici firmanın önerileri doğrultusunda çalışma boyunda şekillendirildi. Her bir eğe tek diş için kullanıldı. Apikal açıklık #10 K tipi eğe ile kontrol edildi. Şekillendirme sırasında, her bir dişin kök kanalı 2,5 ml %5 NaOCl yıkandı.

Dişler rastgele olarak 6 eşit gruba ayrıldı (n=20). Daha sonra her bir dişin çalışma boyuna yerleştirilen kırılması planlanan eğenin (Revo-S SC2 #25.04), çalışma boyutunda sıkışıp sıkışmadığı kontrol edildi. Kanal eğesinin sıkışmadığı dişler çalışma dışı bırakıldı.

Deney Gruplarının Oluşturulması

1. Grup:

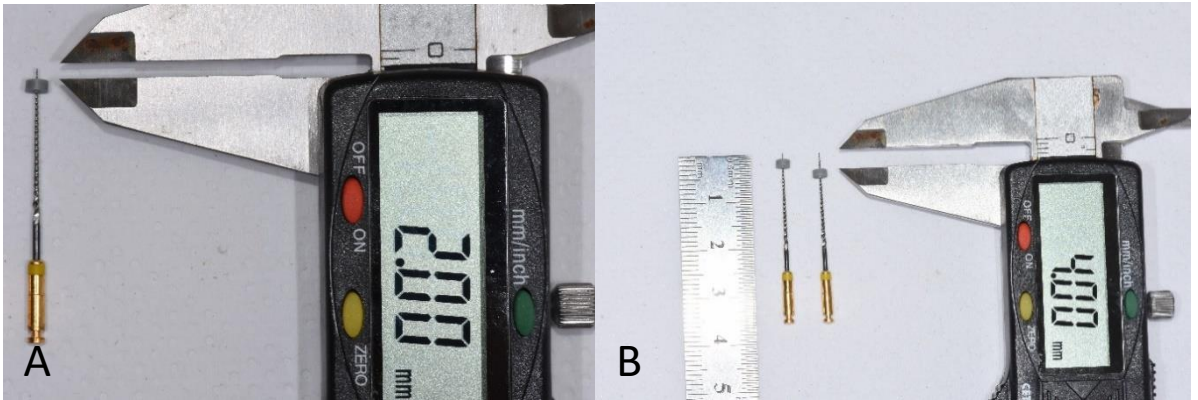
Alet kırılması: Hiç kullanılmamış Revo-S SC2 #25.04 eğenin uç 2 mm'lik kısmı işaretlendi (Şekil 6A.) ve bu kısım düşük hızlı 0.3 mm kalınlığında bir elmas separe ile zayıflatıldı ve üzerinde debris kalmaması için ultrasonik banyo (Watson Yıkama Sistemleri, Türkiye) yapıldı. Endodontik motora takılan eğeler çalışma boyunca motor çalıştırılmadan kök kanalında ilerletildi ve çalışma boyunca 300 rpm ve 1.5 Ncm tork değerinde saat yönüne döndürülerek kırıldı. Eğe kırıldıktan sonra K-tipi #10 eğe ile 'by-pass' edilemediği doğrulandı. Eğe kırığının istenilen kök bölgesinde olup olmadığını kontrol etmek amacıyla radyografi alındı (Şekil 7).

Koronal genişletme: Kök içerisinde 2 mm'lik kırık kök kanal aletinden geri kalan koronal kısım step-back tekniği ile #70'e kadar şekillendirildi. Şekillendirme işlemi sırasında 2,5 ml %5'lük NaOCl ile yıkama yapıldı. Son yıkama için ise 5 ml %17'lik EDTA (1 dk.) (Werax, İzmir, Türkiye) ve 10 ml serum fizyolojik kullanıldı. Kök kanalları kağıt konlar (DiaPro ISO .06, Diadent Group Int., Chungcheongbuk-do, Kore) ile kurutuldu.

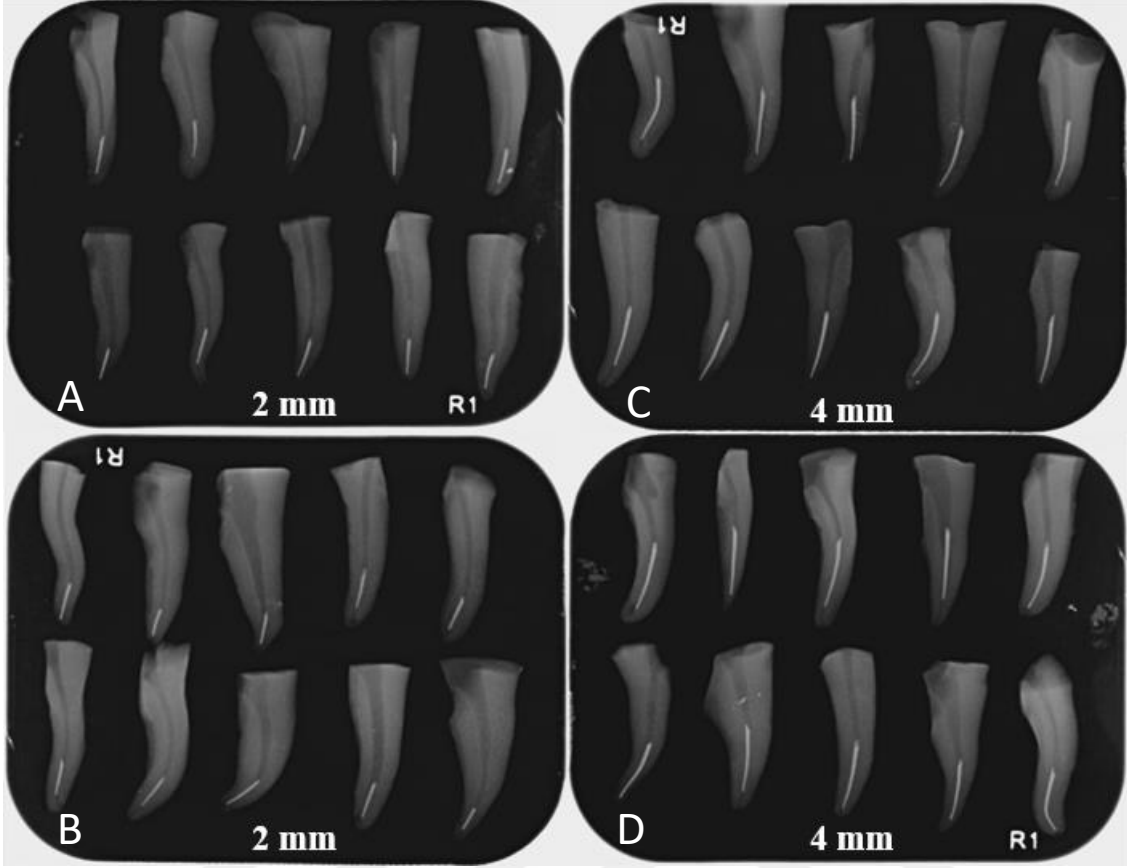
2. Grup:

Alet kırılması: Grup 1'deki işlemler tekrarlandı. Kırık eğenin boyu 4 mm olarak ayarlandı (Şekil 6).

Koronal genişletme: Kırık eğenin koronali Grup 1'deki şekilde şekillendirildi, yıkandı ve kurulandı.



Şekil 6. NiTi eğelerin zayıflatılacak olan apikal kısımları: A- 2 mm, B- 4 mm.



Şekil 7. Periapikal radrografilere: kırılan aletlerin çalışma boyutunda olduklarının doğrulanması: A,B- 2 mm ve C,D- 4 mm kırık kanal aletleri.

3. Grup (Pozitif kontrol 1):

Alet kırılması: Alet kırılmadı.

Koronal genişletme: Çalışma boyutundan 2 mm kısa olacak şekilde Grup 1'deki şekilde şekillendirme yapıldı.

4. Grup (Pozitif kontrol 2):

Alet kırılması: Alet kırılmadı.

Koronal genişletme: Çalışma boyutundan 4 mm kısa olacak şekilde Grup 1'deki şekilde şekillendirme yapıldı.

5. Grup (Negatif kontrol 1):

Alet kırılması: Alet kırılmadı.

Koronal genişletme: Çalışma boyutundan 2 mm kısa olacak şekilde Grup 1'deki şekilde şekillendirme yapıldı.

6. Grup (Negatif kontrol 2):

Alet kırılması: Alet kırılmadı.

Koronal genişletme: Çalışma boyutundan 4 mm kısa olacak şekilde Grup 1'deki şekilde şekillendirme yapıldı.

Örneklerin kök yüzeyleri apikal 2 mm hariç 2 kat tırnak cilası ile kaplandı (Şekil 8.) (131).



Şekil 8. Kökün oje ile izolasyonu.

Kalsiyum Hidroksit Çözeltisinin Kök Kanallarına Yerleştirilmesi

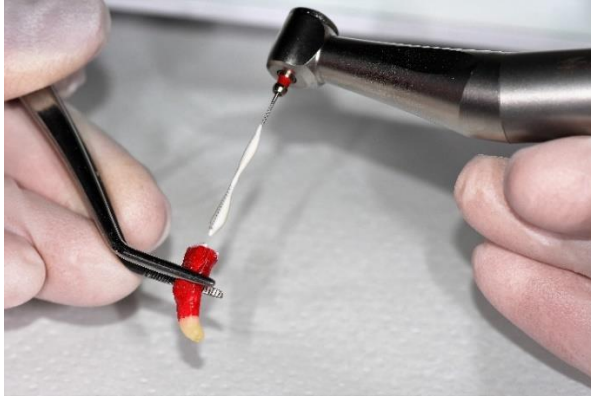
Kalsiyum hidroksit tozu (Kalsin® Spot Diş Deposu, İzmir, Türkiye) ve propilen glikol 1/1 oranında karıştırılarak $\text{Ca}(\text{OH})_2$ çözeltisi hazırlandı (Şekil 9-10.). Grup 1, 2, 3 ve 4'e ait örneklerin kök kanalları kanal eğimine kadar ilerletilen #25 lentülünün (Paste carriers, Dimsan Dental, Türkiye) sürekli dönme hareketi ile $\text{Ca}(\text{OH})_2$ çözeltisi ile dolduruldu (Şekil 11.).



Şekil 9. Kalsiyum hidroksit.



Şekil 10. Çözücü likitin makropipetle ölçümü.



Şekil 11. Kalsiyum hidroksit çözeltisi.

Kök kanalının koronalinden ve apikal foramenden taşan pat ekskavatör yardımı ile temizlenerek kanalların tam olarak dolumu periapikal radyografi ile doğrulandı. Kanal ağzları akışkan adeziv rezin (EsFlow, Spident, Kore) ile kapatıldı ve geçici dolgu maddesinin üzeri 2 kat oje ile kapatıldı (Şekil 12.). Ca(OH)_2 çözeltisi yerleştirilmeyen Grup 5 ve 6 da aynı şekilde kapatıldı. Hazırlanan örnekler derhal deney tüplerine yerleştirildi.



Şekil 12. Kanal ağzlarının kapatılması ve izolasyonu.

Örneklerin Deney Süreci Boyunca Saklanması

Vida kapaklı, 16x100 mm boyutlarında deney tüpleri (Labor Teknik, İstanbul, Türkiye) steril edildi ve numaralandırıldı. Deney tüpleri makropipet kullanılarak (Socorex, Acura 825, İsviçre) 3,5 ml distile su ile dolduruldu (Şekil 13.). Suyun pH değeri, numunelerin daldırılmasından önce ölçülmüş ve incelenen tüm periyotlarda 6.7 değerini vermiştir. Deney tüplerine yerleştirilmiş örnekler 37°C sıcaklıktaki etüv (Model FN 400, Nüve, Ankara) cihazı içerisinde saklandı (Şekil 14.).



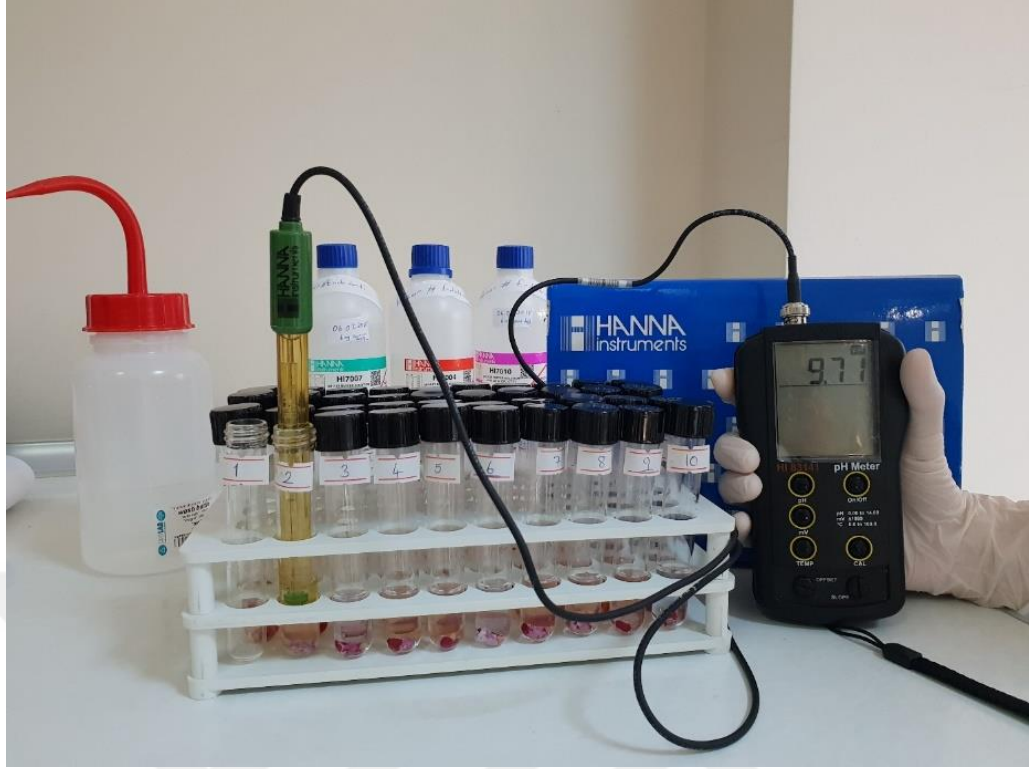
Şekil 13. Makropipet.



Şekil 14. Deney süreci boyunca örneklerin etüvde saklanması.

pH Ölçümleri

pH ölçümleri, kök kanallarına $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yerleştirildiği andan 1, 24, 48 saat, 7, 14 ve 30 gün sonra (132), pH metre ile yapıldı (Şekil 15.). Her ölçüm günü, pH metre-mikroelektrot (Hanna Instruments, HI 83141, İtalya), pH 4.01, pH 7 ve pH 10.01 (Orion pH tamponları, Türkiye) standart çözeltileri ile kalibre edildi. Örnekler steril bir presel yardımıyla deney tüplerinden çıkarıldı. Deney tüpleri bir çalkalayıcıya (Heidolph Shaker Multi Reax, Almanya) konulduktan sonra deney tüpünün içerisindeki distile suda pH ölçümü yapıldı. pH ölçümünden 5 saniye önce odanın sıcaklığının $25\text{ }^\circ\text{C}$ olarak okunmasına dikkat edildi. Ölçümler her örnek için 3 kez tekrarlandı ve ortalama değerler hesaplandı. Elektrot her ölçümden sonra distile su ile yıkanarak kurulandı. Deney tüpünden çıkarılan örnekler, apikal aşağıya bakacak şekilde dik tutularak 2 ml distile su ile yıkandı ve yine 3,5 ml distile su içeren yeni steril deney tüplerine yerleştirildi. Bütün zaman aralıklarında ölçümler aynı prosedür uygulanarak yapıldı.



Şekil 15. Örneklerin pH ölçümleri.

İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME

Verilerin istatistiksel analizleri, SPSS 20.0 yazılım (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) programı ile yapıldı. Aynı zaman dilimi içerisinde gruplara ait pH değerleri ve grupların kendi içlerinde farklı zaman dilimlerindeki pH değerleri değerlendirildi. Verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığını ortaya koymak amacıyla Shapiro Wilk-W normallik testi kullanıldı. Tanımlayıcı istatistiksel veriler olarak, sayısal ölçümler ortalama-standart sapma ya da ortanca (%25-75) değerleri olarak özetlendi (Tablo 1. ve 7.). Ortalamalarını karşılaştırmak üzere normal dağılım gösteren gruplarda bağımsız veriler için One Way Anova testi, normal dağılım göstermeyen gruplarda ise Kruskal Wallis-H testi, ikili karşılaştırmalarında ise Dunn-Bonferroni post hock testi kullanıldı. $p < 0,05$ için, sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmamızda, çalışma boyutunda 2 ve 4 mm uzunluklarında kırılmış kanal eğelerinin bulunduğu kanallara, Ca(OH)₂ çözeltisi kanal içi medikament olarak uygulanarak oluşturulan deney gurupları, kırık alet bulunmayan Ca(OH)₂ uygulanan pozitif kontrol ve yine kırık alet bulunmayan yalnız Ca(OH)₂ yerleştirilmeyen negatif kontrol gurplarının pH değışimleri belirlenen zaman aralıklarında karşılaştırıldı.

FARKLI ZAMAN PERİYOTLARINDA GRUPLARA AİT pH DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Farklı zaman periyotlarında deney gurplarına ait pH değeri Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Farklı zaman periyotlarında deney gruplarına ait pH değerlerinin tanımlayıcı istatistik değerleri

Grup	G1 2 mm AK. (+) kırık alet üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	G2 4 mm AK. (+) kırık alet üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	G3 AK. (-) 2 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	G4 AK. (-) 4 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	G5 AK. (-) 2 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (-)	G6 AK. (-) 4 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (-)
Zaman						
1. saat	9,4350 (9,2125-9,9050) ^a	9,9400 (9,5000-10,2000) ^a	10,0450 (9,6000-10,3000) ^a	9,7000 (9,5100-10,0300) ^a	6,6550 (6,5875-6,7475) ^b	6,6000 (6,4925-6,6525) ^b
24. saat	(8,1095±0,83596) ^a	(8,7910±1,14219) ^b	(8,3585±0,77007) ^{ab}	(7,9480±0,68324) ^a	(7,2005±0,12655) ^c	(7,1150±0,10430) ^c
48. saat	6,9650 (6,8025-7,5225) ^a	7,0150 (6,9300-8,1800) ^{ab}	7,2150 (7,0000-7,6650) ^b	7,0900 (7,0000-7,3925) ^{ab}	7,0600 (7,0100-7,1450) ^{ab}	6,9750 (6,8925-7,0400) ^{ac}
7. gün	7,9050 (7,7525-8,2800) ^a	7,8850 (7,6925-8,2775) ^a	8,2750 (7,9300-8,3375) ^{ab}	7,8200 (7,5500-8,0200) ^{ac}	7,7800 (7,6275-7,9000) ^{ac}	7,6100 (7,4925-7,7050) ^d
14. gün	7,9200 (7,7025-8,3950) ^a	7,9200 (7,7275-8,1150) ^a	8,1050 (7,8425-8,5625) ^a	7,8550 (7,7300-8,3475) ^a	7,8500 (7,4925-8,4950) ^a	7,8600 (7,6450-8,4500) ^a
30. gün	7,7050 (7,5600-8,3150) ^a	7,8050 (7,6000-8,5425) ^{abc}	8,2950 (7,7300-8,6275) ^b	7,8250 (7,7025-7,9525) ^{ab}	7,6700 (7,4200-8,4125) ^a	7,5700 (7,4875-8,2625) ^{ac}

Farklı üst harfler (^{a,b,c} vb.) gruplar arası istatistiksel farkları ifade etmektedir.

Tanımlayıcı istatistik değerler; 1. ve 48. saate, 7., 14, ve 30. günlerde median (25-75); 24. saatte mean (ortalama-standart sapma) olarak verilmektedir.

1. saat için p<0,001; diğer tüm zaman periyotları için p<0,05'tir.

AK.: Alet Kırığı, **G:** Grup.

1. Saat Zaman Periyodunda Gruplar Arası Karşılaştırma

Grup 1, 2, 3 ve 4'e ait pH değerleri arasında istatistiksel fark yoktur ($p>0,05$).

Grup 5 ve 6'ya (negatif kontrol grupları) ait pH değerleri arasında istatistiksel fark yoktur ($p>0,05$). Bu iki gruba (Grup 5 ve 6) ait pH değerleri ise Grup 1, 2, 3 ve 4'e ait pH değerlerine göre istatistiksel olarak daha düşüktür ($p<0,001$).

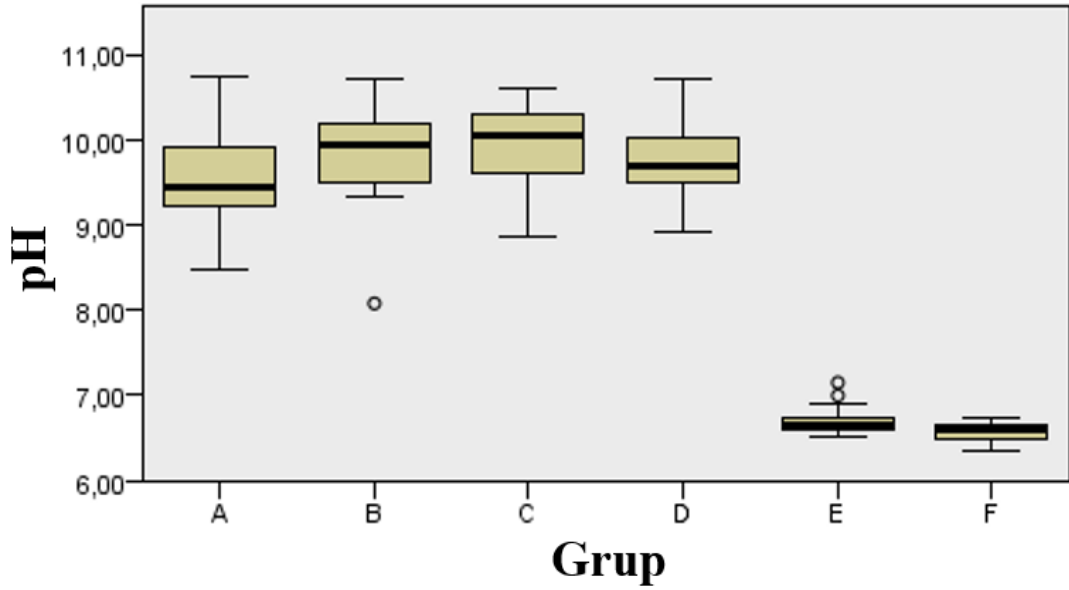
1. saatte; gruplar arası istatistiksel farklar Tablo 2'de, 'box-plot' grafiği Şekil 16'da verilmiştir.

Tablo 2. 1. saatte gruplar arası istatistiksel karşılaştırma

	Grup 1 2 mm AK. (+) kırık alet üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	Grup 2 4 mm AK. (+) kırık alet üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	Grup 3 AK. (-) 2 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	Grup 4 AK. (-) 4 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	Grup 5 AK. (-) 2 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (-)	Grup 6 AK. (-) 4 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (-)
Grup 1	X					
Grup 2		X				
Grup 3			X			
Grup 4				X		
Grup 5	* ($p<0,001$)	* ($p<0,001$)	* ($p<0,001$)	* ($p<0,001$)	X	
Grup 6	* ($p<0,001$)	* ($p<0,001$)	* ($p<0,001$)	* ($p<0,001$)		X

* işareti istatistiksel farkı ifade etmektedir ($p<0,05$).

1. SAAT



Şekil 16. 1. saat pH değerlerinin gruplara göre box-plot grafiği.

24. Saat Zaman Periyodunda Gruplar Arası Karşılaştırma

Grup 2'ye ait pH değerleri, Grup 1 ve 4'e göre istatistiksel olarak daha yüksektir ($p < 0,05$).

Grup 5 ve 6'ya ait değerler, Grup 1, 2, 3 ve 4'e göre istatistiksel olarak daha düşüktür ($p < 0,05$).

Grup 1 ile Grup 3 ve 4'e ait pH değerleri arasında istatistiksel fark yoktur ($p > 0,05$).

Grup 5 ile 6 arasında istatistiksel fark yoktur ($p > 0,05$).

24. saatte; gruplar arası istatistiksel farklar Tablo 3'teki gibidir.

Tablo 3. 24. saatte gruplar arası istatistiksel karşılaştırma

	Grup 1 2 mm AK. (+) kırık alet üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	Grup 2 4 mm AK. (+) kırık alet üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	Grup 3 AK. (-) 2 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	Grup 4 AK. (-) 4 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	Grup 5 AK. (-) 2 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (-)	Grup 6 AK. (-) 4 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (-)
Grup 1	X					
Grup 2	* (p=0,049)	X				
Grup 3			X			
Grup 4		* (p=0,005)		X		
Grup 5	* (p=0,002)	* (p<0,001)	* (p<0,001)	* (p=0,02)	X	
Grup 6	* (p<0,001)	* (p<0,001)	* (p<0,001)	* (p=0,006)		X

* işareti istatistiksel farkı ifade etmektedir (p<0,05).

48. Saat Zaman Periyodunda Gruplar Arası Karşılaştırma

Grup 1'e ait pH değerleri Grup 3'e ait pH değerlerinden istatistiksel olarak daha düşüktür (p<0,05).

Grup 6'ya ait pH değerleri, Grup 2, 3, 4 ve 5'ten istatistiksel olarak daha düşüktür (p<0,05).

Grup 1 ile Grup 6'ya ait değerler arasında istatistiksel fark yoktur (p>0,05).

Grup 1, 2, 4 ve 5 arasında istatistiksel fark yoktur (p>0,05).

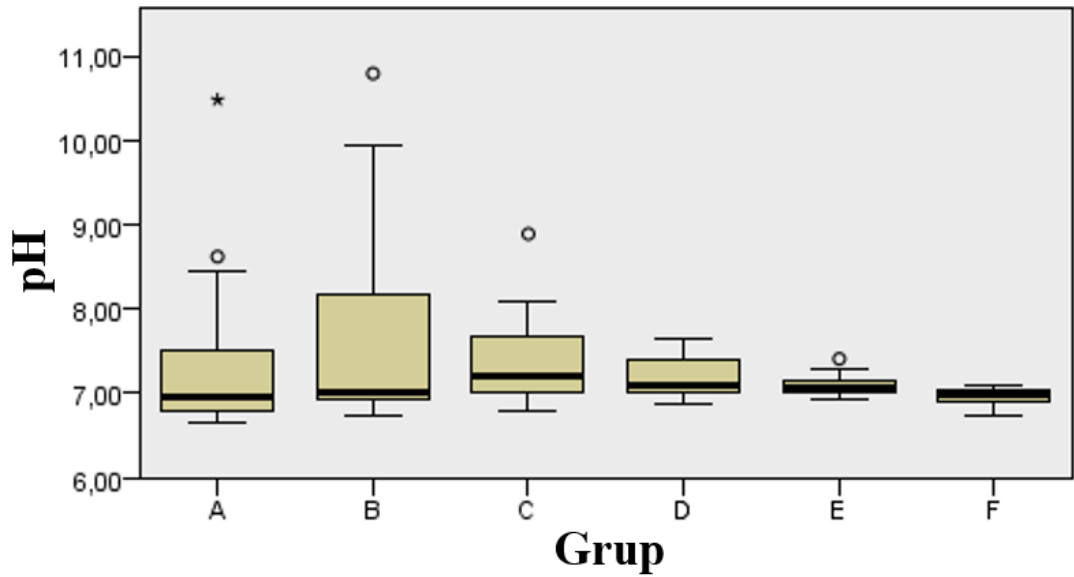
48. saatte; gruplar arası istatistiksel farklar Tablo 4'de, 'box-plot' grafiği Şekil 17'de verilmiştir.

Tablo 4. 48. saatte gruplar arası istatistiksel karşılaştırma

	Grup 1 2 mm AK. (+) kırık alet üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	Grup 2 4 mm AK. (+) kırık alet üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	Grup 3 AK. (-) 2 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	Grup 4 AK. (-) 4 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	Grup 5 AK. (-) 2 mm üzeri step-back #50-70 Ca (OH) ₂ (-)	Grup 6 AK. (-) 4 mm üzeri step-back #50-70 Ca (OH) ₂ (-)
Grup 1	X					
Grup 2		X				
Grup 3	*		X			
	(p=0,029)					
Grup 4				X		
Grup 5					X	
Grup 6		*	*	*	*	X
		(p=0,03)	(p=0,002)	(p=0,006)	(p=0,027)	

* işareti istatistiksel farkı ifade etmektedir (p<0,05).

48. SAAT



Şekil 17. 48. saat pH değerlerinin gruplara göre box-plot grafiği.

7. Gün Zaman Periyodunda Gruplar Arası Karşılaştırma

Grup 6'ya ait pH değerleri, Grup 1, 2, 3, 4 ve 5'e göre istatistiksel olarak daha düşüktür ($p<0,05$).

Grup 1, 2, 4 ve 5'e ait pH değerleri arasında istatistiksel fark yoktur ($p>0,05$).

Grup 3'e ait değerler, Grup 4 ve 5'e göre istatistiksel olarak daha yüksektir ($p<0,05$).

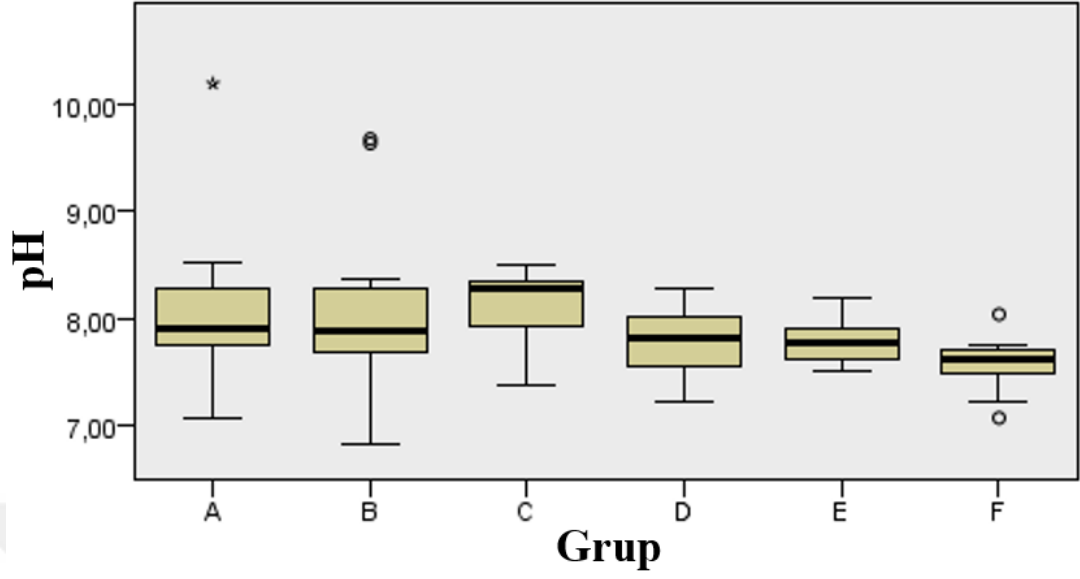
7. günde; gruplar arası istatistiksel farklar Tablo 5'te, 'box-plot' grafiği Şekil 18'de verilmiştir.

Tablo 5. 7. günde gruplar arası istatistiksel karşılaştırma

	Grup 1 2 mm AK. (+) kırık alet üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	Grup 2 4 mm AK. (+) kırık alet üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	Grup 3 AK. (-) 2 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	Grup 4 AK. (-) 4 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	Grup 5 AK. (-) 2 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (-)	Grup 6 AK. (-) 4 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (-)
Grup 1	X					
Grup 2		X				
Grup 3			X			
Grup 4			* ($p=0,005$)	X		
Grup 5			* ($p=0,002$)		X	
Grup 6	* ($p<0,001$)	* ($p<0,001$)	* ($p<0,001$)	* ($p=0,012$)	* ($p=0,028$)	X

* işareti istatistiksel farkı ifade etmektedir ($p<0,05$).

7. GÜN



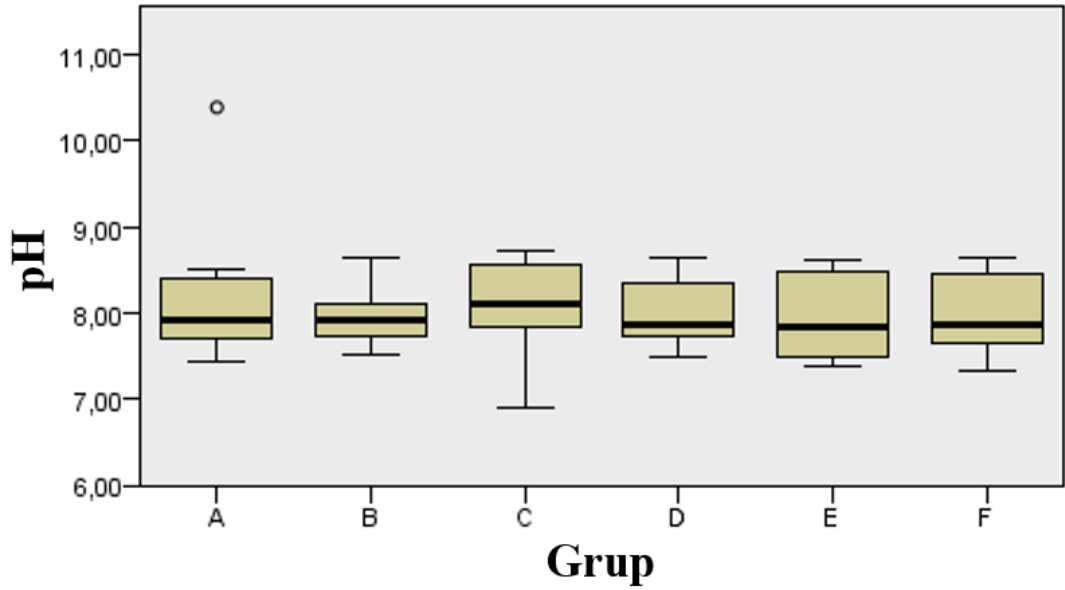
Şekil 18. 7. gün pH değerlerinin gruplara göre box-plot grafiği.

14. Gün Zaman Periyodunda Gruplar Arası Karşılaştırma

14. günde gruplar arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0,05$).

14. güne ait 'box-plot' grafiği Şekil 19'da verilmiştir.

14. GÜN



Şekil 19. 14. gün pH değerlerinin gruplara göre box-plot grafiği.

30. Gün Zaman Periyodunda Gruplar Arası Karşılaştırma

Grup 3'e ait pH değerleri, Grup 1, 5 ve 6'ya ait pH değerlerine göre istatistiksel olarak daha yüksektir ($p<0,05$).

Grup 6'ya ait pH değerleri, Grup 3 ve 4'e ait pH değerlerine göre istatistiksel olarak daha düşüktür ($p<0,05$).

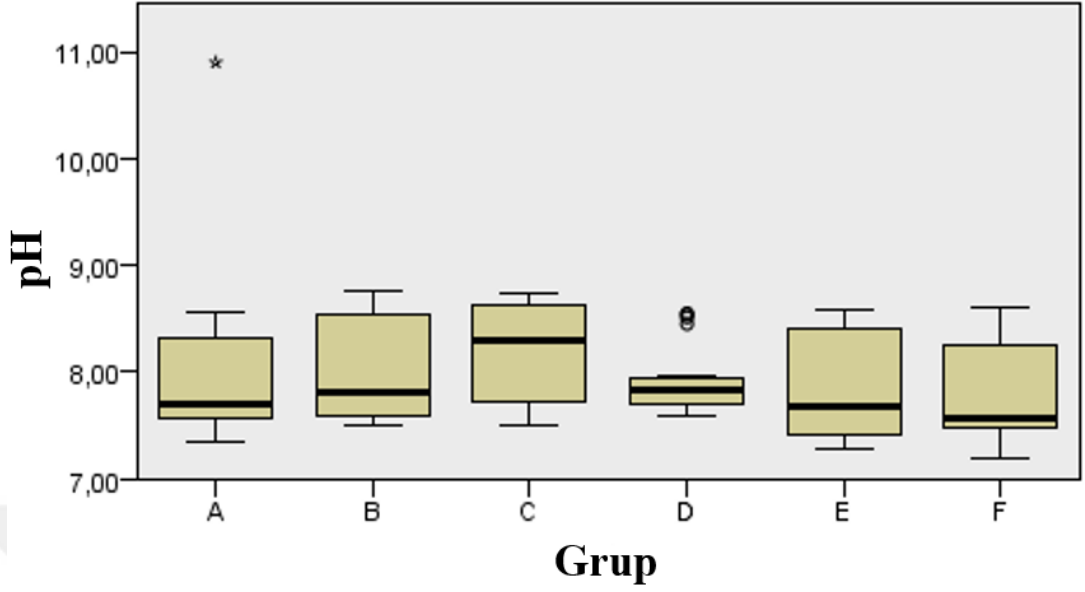
30. günde; gruplar arası istatistiksel farklar Tablo 6'da, 'box-plot' grafiği Şekil 20'de verilmiştir.

Tablo 6. 30. günde gruplar arası istatistiksel karşılaştırma

	Grup 1 2 mm AK. (+) kırık alet üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	Grup 2 4 mm AK. (+) kırık alet üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	Grup 3 AK. (-) 2 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	Grup 4 AK. (-) 4 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	Grup 5 AK. (-) 2 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (-)	Grup 6 AK. (-) 4 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (-)
Grup 1	X					
Grup 2		X				
Grup 3	*		X			
	($p=0,027$)					
Grup 4				X		
Grup 5			*		X	
			($p=0,004$)			
Grup 6		($p=0,054$)	*	*		X
			($p<0,001$)	($p=0,023$)		

* işareti istatistiksel farkı ifade etmektedir ($p<0,05$).

30. GÜN



Şekil 20. 30. gün pH değerlerinin gruplara göre box-plot grafiği.

FARKLI ZAMAN PERİYOTLARINDA GRUPLARA AİT VERİLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Farklı zaman periyotlarında gruplara ait verilerin median değerleri Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Deney gruplarının farklı zaman periyotlarına ait median değerler

Grup	G1 2 mm AK. (+) kırık alet üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	G2 4 mm AK. (+) kırık alet üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	G3 AK. (-) 2 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	G4 AK. (-) 4 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (+)	G5 AK. (-) 2 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (-)	G6 AK. (-) 4 mm üzeri step-back #50-70 Ca(OH) ₂ (-)
Zaman						
1. saat	9,4350 (9,2125-9,9050) ^a	9,9400 (9,5000-10,2000) ^a	10,0450 (9,6000-10,3000) ^a	9,7000 (9,5100-10,0300) ^a	6,6550 (6,5875-6,7475) ^a	6,6000 (6,4925-6,6525) ^a
24. saat	8,0000 (7,4500-8,4625) ^b	8,8500 (7,7350-9,2650) ^b	8,1450 (7,8175-9,0550) ^b	7,6900 (7,4350-8,4900) ^b	7,1500 (7,1225-7,2950) ^b	7,1150 (7,0225-7,2025) ^b
48. saat	6,9650 (6,8025-7,5225) ^c	7,0150 (6,9300-8,1800) ^c	7,2150 (7,0000-7,6650) ^c	7,0900 (7,0000-7,3925) ^c	7,0600 (7,0100-7,1450) ^b	6,9750 (6,8925-7,0400) ^b
7. gün	7,9050 (7,7525-8,2800) ^b	7,8850 (7,6925-8,2775) ^{bcd}	8,2750 (7,9300-8,3375) ^b	7,8200 (7,5500-8,0200) ^b	7,7800 (7,6275-7,9000) ^c	7,6100 (7,4925-7,7050) ^c
14. gün	7,9200 (7,7025-8,3950) ^b	7,9200 (7,7275-8,1150) ^{bcd}	8,1050 (7,8425-8,5625) ^b	7,8550 (7,7300-8,3475) ^b	7,8500 (7,4925-8,4950) ^c	7,8600 (7,6450-8,4500) ^c
30. gün	7,7050 (7,5600-8,3150) ^b	7,8050 (7,6000-8,5425) ^{cd}	8,2950 (7,7300-8,6275) ^b	7,8250 (7,7025-7,9525) ^b	7,6700 (7,4200-8,4125) ^c	7,5700 (7,4875-8,2625) ^c

Farklı üst harfler (^{a,b,c} vb.) gruplar arası istatistiksel farkları ifade etmektedir (p<0,05).

Grup 1'in Farklı Zaman Periyotları Arasında Karşılaştırılması

1. saate ait pH değerleri, istatistiksel olarak diğer zaman periyotlarından daha yüksektir ($p < 0,05$).

48. saate ait pH değerleri, istatistiksel olarak diğer zaman periyotlarından daha düşüktür ($p < 0,05$).

24. saat, 7., 14. ve 30. güne ait pH değerleri arasında istatistiksel fark yoktur ($p > 0,05$).

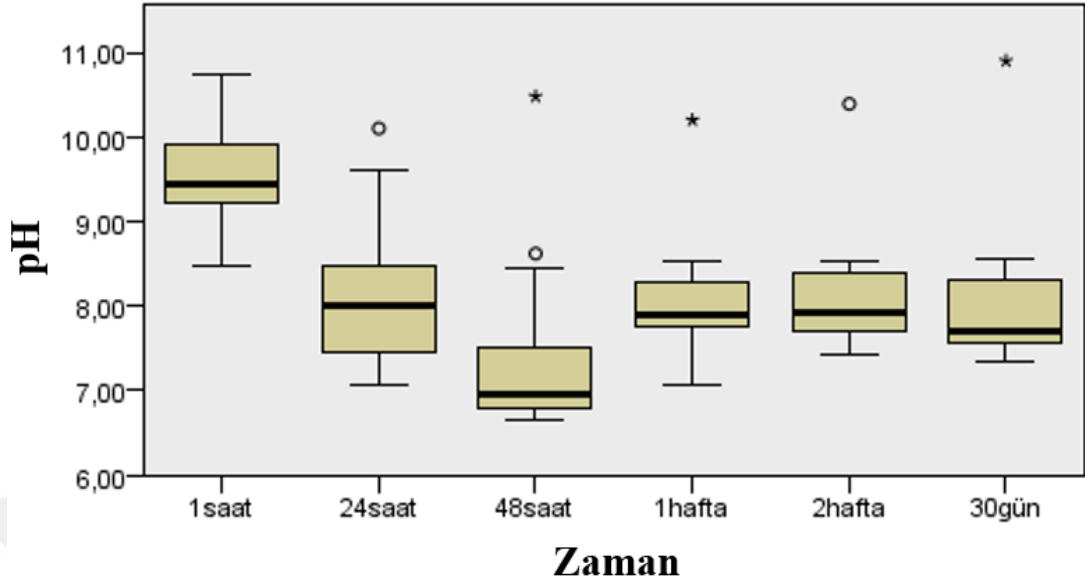
Grup 1'e ait pH değerlerinin zaman periyotlarına göre istatistiksel farkları Tablo 8'de, 'box-plot' grafiği Şekil 21'deki gibidir.

Tablo 8. Grup 1'in farklı zaman periyotlarında istatistiksel olarak karşılaştırılması

	1 saat	24 saat	48 saat	7 gün	14 gün	30 gün
1 saat	X					
24 saat	* ($p < 0,001$)	X				
48 saat	* ($p < 0,001$)	* ($p = 0,002$)	X			
7 gün	* ($p < 0,001$)		* ($p = 0,001$)	X		
14 gün	* ($p < 0,001$)		* ($p < 0,001$)		X	
30 gün	* ($p < 0,001$)		* ($p = 0,010$)			X

* işareti istatistiksel farkı ifade etmektedir ($p < 0,05$).

GRUP 1



Şekil 21. Grup 1'e ait pH değerlerinin zamana göre box-plot grafiği.

Grup 2'nin Zaman Periyotları Arasında Karşılaştırılması

1. saate ait pH değerleri, tüm zaman periyotlarına ait pH değerlerine göre istatistiksel olarak daha yüksektir ($p < 0,05$).

24. saate ait pH değerleri, 48. saate ve 30. güne ait pH değerlerine göre istatistiksel olarak daha yüksektir ($p < 0,05$).

30. güne ait pH değerleri, 1. ve 24. saate ait pH değerlerine göre istatistiksel olarak daha düşüktür ($p < 0,05$).

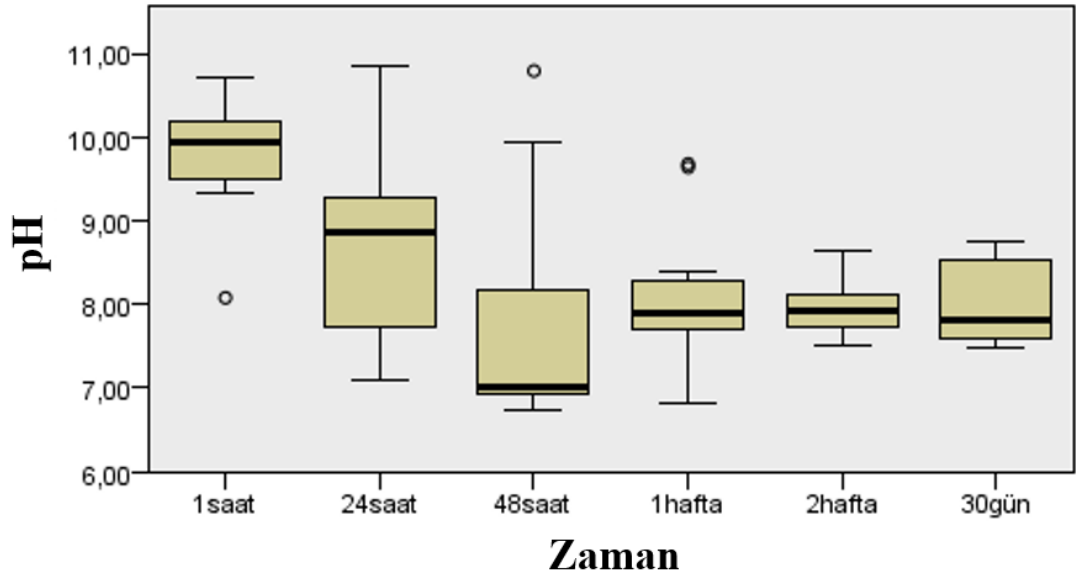
Grup 2'ye ait pH değerlerinin zaman periyotlarına göre istatistiksel farkları Tablo 9'da, 'box-plot' grafiği Şekil 22'deki gibidir.

Tablo 9. Grup 2'nin farklı zaman periyotlarında istatistiksel olarak karşılaştırılması

	1 saat	24 saat	48 saat	7 gün	14 gün	30 gün
1 saat	X					
24 saat	* (p=0,007)	X				
48 saat	* (p<0,001)	* (p<0,001)	X			
7 gün	* (p<0,001)			X		
14 gün	* (p<0,001)				X	
30 gün	* (p<0,001)	* (p=0,020)				X

* işareti istatistiksel farkı ifade etmektedir (p<0,05).

GRUP 2



Şekil 22. Grup 2'ye ait pH değerlerinin zamana göre box-plot grafiği.

Grup 3'ün Zaman Periyotları Arasında Karşılaştırılması

1. saate ait pH değerleri, tüm zaman periyotlarına ait pH değerlerine göre istatistiksel olarak daha yüksektir ($p<0,05$).

48. saate ait pH değerleri, tüm zaman periyotlarına ait pH değerlerine göre istatistiksel olarak daha düşüktür ($p<0,05$).

24. saat, 7., 14. ve 30. güne ait pH değerleri arasında istatistiksel fark yoktur ($p>0,05$).

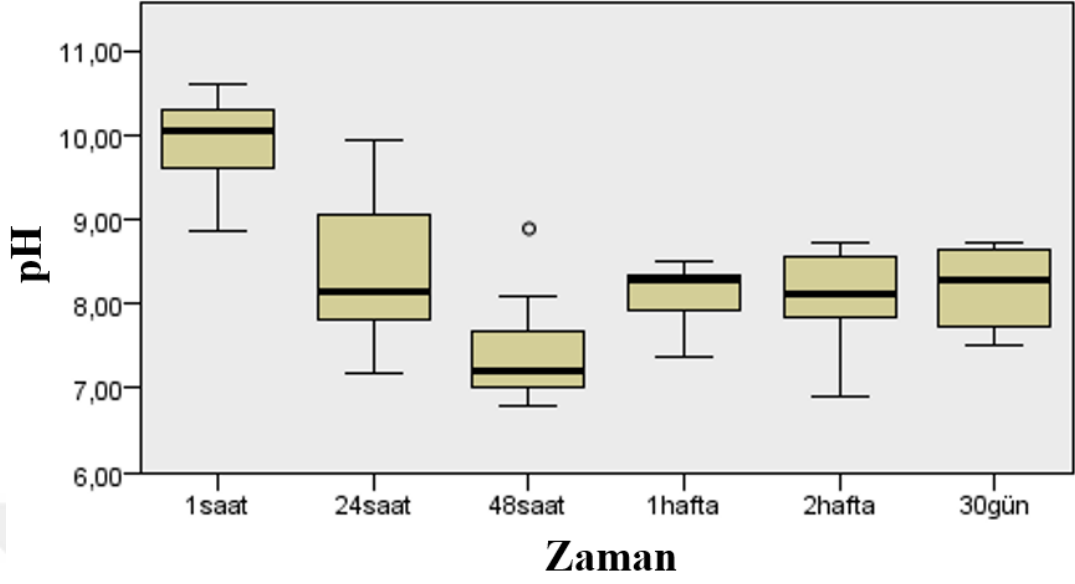
Grup 3'e ait pH değerlerinin zaman periyotlarına göre istatistiksel farkları Tablo 10'da, 'box-plot' grafiği Şekil 23'teki gibidir.

Tablo 10. Grup 3'ün farklı zaman periyotlarında istatistiksel olarak karşılaştırılması

	1 saat	24 saat	48 saat	7 gün	14 gün	30 gün
1 saat	X					
24 saat	* ($p<0,001$)	X				
48 saat	* ($p<0,001$)	* ($p<0,001$)	X			
7 gün	* ($p<0,001$)		* ($p=0,002$)	X		
14 gün	* ($p<0,001$)		* ($p=0,001$)		X	
30 gün	* ($p<0,001$)		* ($p=0,001$)			X

* işareti istatistiksel farkı ifade etmektedir ($p<0,05$).

GRUP 3



Şekil 23. Grup 3'e ait pH değerlerinin zamana göre box-plot grafiği.

Grup 4'ün Zaman Periyotları Arasında Karşılaştırılması

1. saate ait pH değerleri, tüm zaman periyotlarına ait pH değerlerine göre istatistiksel olarak daha yüksektir ($p < 0,05$).

48. saate ait pH değerleri, tüm zaman periyotlarına ait pH değerlerine göre istatistiksel olarak daha düşüktür ($p < 0,05$).

24. saat, 7., 14. ve 30. güne ait pH değerleri arasında istatistiksel fark yoktur ($p > 0,05$).

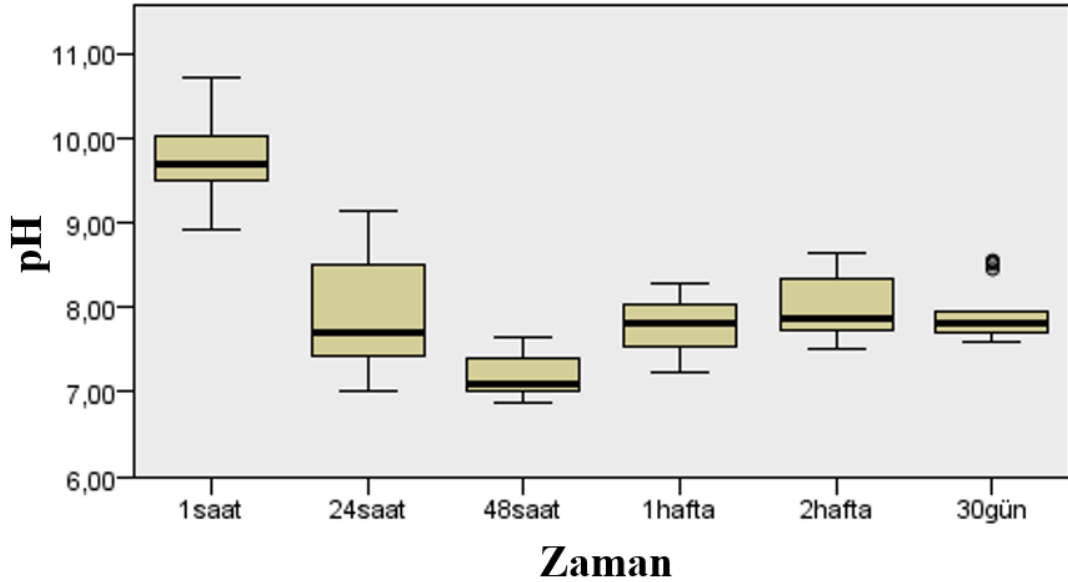
Grup 4'e ait pH değerlerinin zaman periyotlarına göre istatistiksel farkları Tablo 11'de, 'box-plot' grafiği Şekil 24'teki gibidir.

Tablo 11. Grup 4'ün farklı zaman periyotlarında istatistiksel olarak karşılaştırılması

	1 saat	24 saat	48 saat	7 gün	14 gün	30 gün
1 saat	X					
24 saat	* (p<0,001)	X				
48 saat	* (p<0,001)	* (p<0,001)	X			
7 gün	* (p<0,001)		* (p<0,001)	X		
14 gün	* (p<0,001)		* (p<0,001)		X	
30 gün	* (p<0,001)		* (p<0,001)			X

* işareti istatistiksel farkı ifade etmektedir (p<0,05).

GRUP 4



Şekil 24. Grup 4'e ait pH değerlerinin zamana göre box-plot grafiği.

Grup 5'in Zaman Periyotları Arasında Karşılaştırılması

1. saate ait pH değerleri, tüm zaman periyotlarına ait pH değerlerine göre istatistiksel olarak daha düşüktür ($p<0,05$).

7., 14 ve 30. günlere ait pH değerleri arasında fark yoktur ($p>0,05$). Bu gruplara ait değerler, 1., 24. ve 48. saatlere göre istatistiksel olarak daha yüksektir ($p<0,05$).

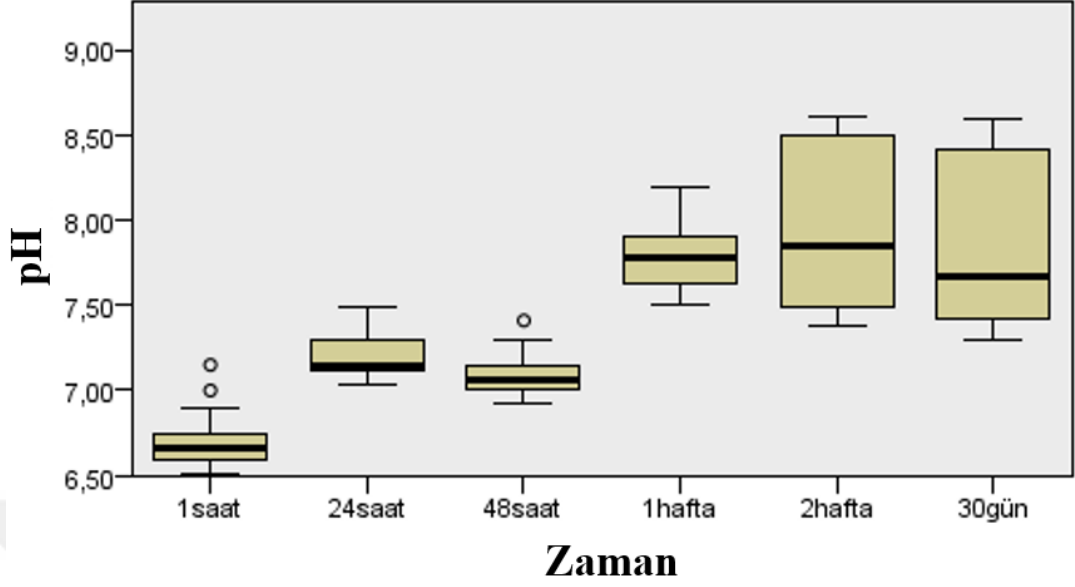
Grup 5'e ait pH değerlerinin zaman periyotlarına göre istatistiksel farkları Tablo 12'de, 'box-plot' grafiği Şekil 25'teki gibidir.

Tablo 12. Grup 5'in farklı zaman periyotlarında istatistiksel olarak karşılaştırılması

	1 saat	24 saat	48 saat	7 gün	14 gün	30 gün
1 saat	X					
24 saat	* ($p=0,002$)	X				
48 saat	* ($p=0,042$)		X			
7 gün	* ($p<0,001$)	* ($p<0,001$)	* ($p<0,001$)	X		
14 gün	* ($p<0,001$)	* ($p<0,001$)	* ($p<0,001$)		X	
30 gün	* ($p<0,001$)	* ($p<0,001$)	* ($p<0,001$)			X

* işareti istatistiksel farkı ifade etmektedir ($p<0,05$).

GRUP 5



Şekil 25. Grup 5'e ait pH değerlerinin zamana göre box-plot grafiği.

Grup 6'nın Zaman Periyotları Arasında Karşılaştırılması:

1. saate ait pH değerleri, tüm zaman periyotlarına ait pH değerlerine göre istatistiksel olarak daha düşüktür ($p < 0,05$).

7., 14 ve 30. günlere ait pH değerleri arasında fark yoktur ($p > 0,05$). Bu gruplara ait değerler, 1., 24. ve 48. saatlere göre istatistiksel olarak daha yüksektir ($p < 0,05$).

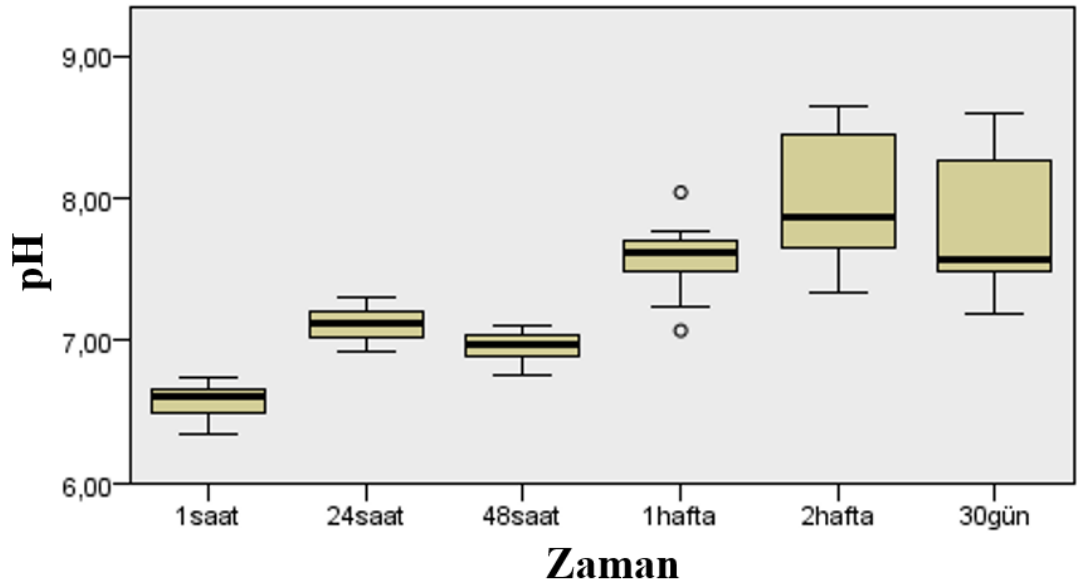
Grup 6'ya ait pH değerlerinin zaman periyotlarına göre istatistiksel farkları Tablo 13'de, 'box-plot' grafiği Şekil 26'daki gibidir.

Tablo 13. Grup 6'nın farklı zaman periyotlarında istatistiksel olarak karşılaştırılması

	1 saat	24 saat	48 saat	7 gün	14 gün	30 gün
1 saat	X					
24 saat	* (p<0,001)	X				
48 saat	* (p=0,038)		X			
7 gün	* (p<0,001)	* (P=0,002)	* (p<0,001)	X		
14 gün	* (p<0,001)	* (p<0,001)	* (p<0,001)		X	
30 gün	* (p<0,001)	* (p<0,001)	* (p<0,001)			X

* işareti istatistiksel farkı ifade etmektedir (p<0,05).

GRUP 6



Şekil 26. Grup 6'ya ait pH değerlerinin zamana göre box-plot grafiği.

TARTIŞMA

Kök kanalının mekanik temizliği için geliştirilmiş olan döner NiTi aletler, daha sağlam ve esnek olmalarına rağmen özellikle eğri kanallarda ve kanalın apikal üçlüsünde kırılabilirler (2). Apikal üçlüde kırılan aletlerin çıkarılma başarısı düşüktür ve bu işlem birçok komplikasyon riski taşır (8). Kırık aletin çıkarılmadığı durumlarda nasıl bir tedavi prosedürünün uygulanması gerektiği konusunda henüz fikir birliği yoktur. Özellikle tedavi öncesi periapikal patolojinin varlığı kırık alet vakalarında prognozu düşürmektedir (1). Ayrıca alet kırığının oluşma yeri-zamanı itibari ile kemo-mekanik dezenfeksiyonu olumsuz etkilediği durumlarda da prognoz negatif yönde etkilenebilir. Bu konudaki çalışmaların eksikliği sebebi ile eğimli kök kanallarının apikal üçlüsünde meydana gelen, farklı iki uzunlukta alet kırığı varlığında, Ca(OH)₂ kanal içi medikament çözeltisinin, periapikal pH üzerine etkisini değerlendirdik. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, eğimli kök kanallarındaki farklı uzunluklarda kırık alet varlığı, Ca(OH)₂'nin periapikal dokular üzerindeki bazikleştirici etkisini değiştirmez.

Nikel titanyum döner aletlerin kırılması, gözle görülür hiçbir deformasyon olmadan, ilk kullanımlarında dahi ortaya çıkabilir (3). Ayrıca NiTi döner aletlerin kırılma insidansı (%1.3-%10.0) (2), paslanmaz çelik eğelere (%0.25-%6) göre daha fazladır (2,14). Bu sebepten bu çalışmada kırılan ege olarak NiTi döner aletler kullanıldı.

Alet kırıkları genellikle aletin yanlış veya aşırı kullanımı nedeniyle (53) ve kök kanalının apikal üçte birinde (3,44,133) meydana gelmekle birlikte sıklığı kanalın eğriliğiyle doğru orantılıdır (3). Ayrıca, eğimli kök kanalının apikal üçlüsünde kırılan eğelerin çıkarılma başarısı daha düşük (24) ve çıkarılması sırasında komplikasyon oluşma ihtimali daha yüksektir (71). Bu klinik durumlar göz önünde bulundurularak, bu çalışmada, eğimli kök kanalına sahip dişler kullanıldı ve kanal aletleri apikal üçlüde kırıldı.

Kök kanal eğimini belirlemek üzere iki boyutlu (52,66,134-136) ya da üç boyutlu (137-139) değerlendirme yapan çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Eğrilik ölçümleri periapikal ve ortopantomografik radyograflerin iki boyutlu değerlendirilmesi (136) ya da mikro (139) ve koni-ışınli bilgisayarlı tomograflerin (138) üç boyutlu değerlendirilmesi ile yapılabilir (140). Günümüzde *in vivo* ve *in vitro* çalışmalarda sıkça kullanılan ve kabul gören Schneider Yöntemi çalışmamızda tercih edildi (140). Schneider yöntemine göre şiddetli eğimli (20-40°) dişler kullanıldı.

Nikel titanyum döner alet kırıkları genellikle aletin uç 1-4 mm'lik kısmında meydana gelir (6, 25, 133, 141). Bu bilgiye dayanarak çalışmamızda kırık alet uzunlukları 2 ve 4 mm olarak belirlendi.

Çalışmamızda kanal içi medikament olarak sıklıkla tercih edilen Ca(OH)₂ çözeltisi kullanıldı (89). Ca(OH)₂'nin etki mekanizması OH⁻ iyonu serbestleşmesine ve difüzyonuna bağlı olarak sağladığı yüksek pH'ya bağlıdır (142). Ca⁺² ve OH⁻ iyonlarının difüzyon miktarı ve hızı ise kullanılan çözücüye bağlıdır (123). Propilen glikol, higroskopik yapısı sayesinde suyu emerek Ca(OH)₂'nin uzun süre OH⁻ iyonu salınımına izin verir (143). Bu çalışmada çözücü olarak 1/1 (toz/çözücü) oranında propilen glikol kullanıldı (144).

Intrakanal ilacın antibakteriyel etkisi, ilaç ve mikrobik flora arasındaki doğrudan temas ile güçlü bir ilişki içerdiğinden (145), yerleştirilen Ca(OH)₂'nin kök kanalı boyunca yerleştirilmesi amaçlandı. Bunun için kök apeksi ve koronal kısımdan taşıncaya kadar lentülo ile medikamentin gönderilmesine devam edildi. Kontrol periapikal filmi alınarak medikamentin kök kanalını derin ve boşluksuz bir şekilde doldurup doldurmadığı değerlendirildi.

Çalışmada kullanılan örneklerin apikal 2 mm dışında tüm kök yüzeyleri 2 kat tırnak cilası ile kaplandı (131). Kök kanal sisteminin apikal kısmı dallanmalar, ramifikasyonlar ve foraminaların sık gözleendiği karmaşık ve değişken bir anatomiye sahiptir (146). Aynı zamanda, OH⁻ iyon salınımının bazikleştirici etkisininin, apikal periodontitisten dolayı, özellikle kökün apikal üçlüsünde gözlenmesi istenir. Ca(OH)₂ pH'sının apikal üçlüde değerlendirildiği çeşitli çalışmalarda da, apikal kısım hariç tüm kök yüzeyleri 2 kat tırnak cilası ile örtülmüştür (131, 143, 147).

Bu çalışmada kök kanallarına Ca(OH)₂ yerleştirildiği andan itibaren 1, 24, 48 saat, 7, 14 ve 30 gün sonunda ölçümler yapıldı (132). Ca(OH)₂'nin Ca⁺² ve OH⁻ iyonlarının iyonik dissosiyasyonu ile antimikrobiyal ve biyolojik etkileri için ihtiyaç duyduğu zaman arasındaki ilişki kesin olarak bilinmemektedir (148). Çoğu durumda, uzun bir süre boyunca intrakanal bir ilacın rutin kullanımı modern endodontide kabul edilebilir bir uygulama olarak

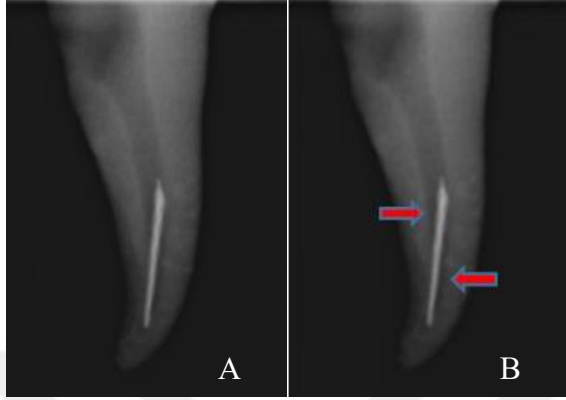
görünmemektedir. Ek olarak, Ca(OH)_2 'nin fizikokimyasal özellikleri, kısa süreli kullanımdan sonra tüm kanal sisteminin dezenfekte edilmesindeki etkinliğini sınırlayabilir (149). Etkinliği sağladığı pH artışına bağlı olan Ca(OH)_2 çözeltisinin, zamanla nem kaybına bağlı olarak OH^- iyon salınımının azalması ile genellikle 30 gün sonunda belirgin etkinliğini kaybettiği tespit edilmiştir (150). Ayrıca Ca(OH)_2 çözeltisinin uzamış zaman periyotlarında pH üzerine etkisi değerlendirildiğinde, 7-21 gün arasında artışa sebep olsa da, sonrasında etkinliğini yitirmesinin yanında, 30 günden daha uzun süre değerlendirildiği durumlarda, uzamış uygulamanın pH üzerinde artış etkisi olmadığı gösterilmiştir (151). Bu sebeple Ca(OH)_2 pH'sının ölçüldüğü birçok çalışma da genellikle; 1, 24 ve 48 sa, 7, 14 ve 30 gün zaman aralıklarında ölçümler yapılmıştır (132,147,152,153).

Bu çalışmada kullanılan dişler her ölçüm zamanında aynı kapta tutulan ve aynı pH derecesine sahip (pH 6,7) olduğu doğrulanan distile su içeren yeni deney tüplerine yerleştirildi. Amaç, OH^- iyonlarının salınımının en yüksek hangi zaman aralığında olduğunu tespit etmektir. Bunun yanı sıra, deney boyunca aynı kapta tutulan dişlerde distile suyun yenilenmemesinden kaynaklanabilecek ortam doygunluğu da önlenmiş oldu (132). Bu uygulama, Ca(OH)_2 'nin sement ve dentine difüzyonunu değerlendiren çalışmalardakine benzerdir (127,143,147,152-158).

Bu çalışmanın sonuçlarına göre; 1. saatte gruplara ait pH değerleri karşılaştırıldığında; kırık alet varlığından bağımsız olarak, Ca(OH)_2 yerleştirilen gruplar arası fark yok iken ($p>0,05$); bu gruplar, Ca(OH)_2 yerleştirilmeyen gruplara göre daha yüksek pH değerleri vermiştir ($p<0,001$). Bu durum, Ca(OH)_2 'nin ilk 1 saatte sağladığı pH artışının, OH^- iyonlarının dentine difüzyonundan ziyade medikamenin apikal foramen yoluyla fiziksel direk teması ve ani OH^- iyon salınımına bağlı olabilir (127,159,160). Ayrıca, kök kanalına Ca(OH)_2 yerleştirilen gruplar karşılaştırıldığında, kırık alet varlığının etkisi olmamıştır. Bu durum da kırık aletlerin apikal foramende tam bir tıkaç oluşturamamış olması ile açıklanabilir.

24. saatte; kırık alet varlığından bağımsız olarak; Ca(OH)_2 yerleştirilen gruplara ait pH değerleri Ca(OH)_2 yerleştirilmeyen gruplara göre istatistiksel olarak daha yüksektir ($p<0,05$). Kırık alet içeren gruplar karşılaştırıldığında; Grup 1 (2 mm AK.)'in Grup 2 (4 mm AK.)'ye göre istatistiksel olarak daha düşük pH'ya sahip olduğu tespit edildi ($p<0,05$). Bu sonuç şu şekilde açıklanabilir; şiddetli kök kanal dirsekleri, döner aletler üzerinde büyük baskı uygular (161) ve çoğu kanal aleti, kanal eğriliğinin yarıçapının orta noktasında hemen hemen aynı seviyedeki alet boyutuna karşılık gelen yerden kırılır (162). 4 mm'lik kanal aletlerinin genellikle kök kanallarının eğimli bölgesinde kırıldığı ve kök kanalının eğiminden dolayı daha

uzun olan kırık aletin kökün apikal üçlüsünde sıkışmadığı düşünülebilir. Bu duruma bağlı olarak 2 mm'lik alet kırığı, 4 mm'ye göre fiziksel olarak daha fazla tıkanma/sıkışmaya sebep olabilir (Şekil 27).



Şekil 27. A- Kırık 4 mm NiTi eğenin kök kanalındaki pozisyonu, B- Oklarla kırık eğe-kök dentini arasındaki boşlukların işaret edilmesi.

Kalsiyum hidroksit çözeltisi yerleştirilmiş ve çalışma boyutunun 4 mm koronalinden itibaren #50 olarak genişletilen gruplar karşılaştırıldığında; 4 mm alet kırığı olan Grup 2'den elde edilen pH değerleri, alet kırığı olmayan Grup 4'e göre istatistiksel olarak daha yüksektir ($p < 0,05$). Kanal içerisine medikament yerleştirmede ana kon, eğe, lentülo spiral, pastinject (Micro Mega, Besancon, Fransa), şırınga, ultrasonik uçlar gibi çeşitli materyaller kullanılabilir (163). Ayrıca eğri ve dar kanallarda lentülo spiral veya pastinject kullanımı uygun görülmüştür (147,164-166). Bu çalışmada da lentülo kullanıldı. Lentülo için, medikamentin kök kanalı içerisinden taşmasını önlemek ve apikal kısmın optimum derece dolumunu sağlamak üzere çalışma boyutundan 2 mm kısa olarak kullanılması önerilir (164). Ancak lentülo spiral yapısı nedeniyle, medikamenti kök kanal duvarına yayarak yerleştirirken kök kanalının iç kısmını boş bırakma riski taşır. 24. saatte Grup 2'ye ait pH değerinin Grup 4'ten yüksek olmasının sebebi lentülo spiral ile gönderilen Ca(OH)_2 'nin fiziksel olarak ilk saatlerde kırık aletin yivleri arasına sıkışıp kök kanalının apikal kısmına henüz ulaşmamış olması olabilir.

48. saatte; çalışma boyutunun 2 mm koronalinden itibaren #50 olarak şekillendirilen ve Ca(OH)_2 yerleştirilen gruplar karşılaştırıldığında; Grup 1 (2 mm AK.)'e ait değerler, Grup 3'e göre istatistiksel olarak düşüktür ($p < 0,05$). Grup 1 ile Ca(OH)_2 yerleştirilmeyen Grup 5 arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p > 0,05$). Çalışma boyutunun 4 mm koronalinden itibaren #50 olarak şekillendirilen ve Ca(OH)_2 yerleştirilen gruplar karşılaştırıldığında ise; Grup 2 (4 mm

AK.) ile Grup 4 arasında istatistiksel olarak fark yok iken ($p>0,05$), bu gruplara ait değerler Ca(OH)_2 yerleştirilmeyen Grup 6'dan yüksektir ($p<0,05$). Aynı zamanda, alet kırığı içeren ve Ca(OH)_2 yerleştirilen gruplar arası fark yoktur ($p>0,05$). Ancak rezervuar alanları aynı olan ve Ca(OH)_2 yerleştirilen gruplarda alet kırığının etkisi, yalnızca 2 mm'lik kanal aleti varlığında meydana geldi. Bu durum bahsettiğimiz üzere 4 mm'lik alet kırığında kanal içerisinde tam bir sıkışma gerçekleşmemesinden dolayı kökün apikal üçlüsündeki Ca(OH)_2 çözeltisinin OH^- iyon difüzyonunun alet kırığından etkilenmemesi olabilir. OH^- iyonlarının salınımı, özellikle kanalın apikal üçte birindeki Ca(OH)_2 çözeltisi miktarına bağlıdır (167).

Kalsiyum hidroksit yerleştirilmeyen gruplar karşılaştırıldığında ise; Grup 6 (4 mm üzeri #50 şekillendirme)'ya ait pH değerleri, Grup 5 (2 mm üzeri #50 şekillendirme)'ten istatistiksel olarak düşüktür ($p<0,05$). Bunun sebebi Grup 5'teki kök dentin kalınlığının daha az ve medikament içermese de rezervuar alanının fazla olmasından dolayı olabilir. Ca(OH)_2 çözeltilerinin pH'larının değerlendirildiği birkaç çalışmada da, medikament içermeyen kontrol gruplarının pH'ları bir miktar artarak daha sonra sabit kalmıştır (127,152). Ortam koşulları optimum derecede sabit tutulsa dahi, ölçülen distile suyun pH'sını değiştirebilecek tek faktör Ca(OH)_2 olmamakla birlikte, örneklerin yerleştirildiği distile suyun (Bu çalışmada distile su pH'sı 6,7'dir.), kök dentin ve sementinin ve hatta izolasyonun sağlandığı oje pH'sı da bu durumu etkilemiş olabilir.

7. günde, tümü Ca(OH)_2 içeren deney grupları (Grup 1 ve 2 AK. (+)) ile aynı boyutta rezervuar oluşturulan, pozitif kontrol grupları (Grup 3 ve 4 AK. (-)) arasındaki pH değerlerine alet kırığının varlığı etki etmemiştir. İlk günlerde etkinin direk temas sebebi ile olduğu düşünülürken (159), ilerleyen günlerde ise daha ziyade OH^- iyonlarının difüzyonu ile gerçekleştiği düşünülmektedir (167). Bu durumda, Ca(OH)_2 difüzyonunun kırık kanal aletlerinin kök kanalı içerisinde sıkışmasından dahi etkilenmediği düşünülebilir.

Kalsiyum hidroksit yerleştirilen ancak kırık alet olmayan gruplar karşılaştırıldığında Grup 3 (2 mm üzeri #50)'e ait pH değerleri, Grup 4 (4 mm üzeri #50)'ten yüksektir ($p<0,05$). Orta ve koronal üçlüdeki Ca(OH)_2 'nin rezervuar hacmi Grup 3'de Grup 4'üne göre daha fazladır. Bu fark zamanla apikaldeki nemden ve her ölçümden önce örneklerin yıkanarak yeni distile suya yerleştirilmesinden dolayı apikal üçlüdeki Ca(OH)_2 'nin azalması ve direk etkisinin kaybolması olabilir.

14. gün sonunda gruplar karşılaştırıldığında; istatistiksel fark bulunamamıştır ($p>0,05$). Ancak, istatistiksel olmasa da Ca(OH)_2 içeren gruplara (Grup 1, 2, 3 ve 4) ait pH değerleri içermeyen gruplara (Grup 5 ve 6) göre yüksektir. Daha önce de bahsedildiği gibi zaman

periyodunun artmasıyla birlikte, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin dentin tübüllerinin içinden kök yüzeyine yayabildiği OH^- iyonu devreye girer (168). Bu sonuç $\text{Ca}(\text{OH})_2$ çözeltilerinin pH'larının değerlendirildiği; 14 gün sonunda kademeli olarak, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ içeren deney gruplarının, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ içermeyen kontrol gruplarının pH seviyesine döndüğü çalışmalarla uyumludur (168,169).

30. gün sonunda; çalışma boyutunun 2 mm koronalinden itibaren #50 olarak şekillendirilen ve $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yerleştirilen gruplardan Grup 1'e ait değerler, Grup 3'e göre daha düşüktür ($p < 0,05$). Bu durum, Grup 1'de kırık aletin daha koronalde bulunan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ çözeltilisinin apikal pH'da etkisini kısıtlaması olabilir. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin etkisi sadece zamanla değil, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin kök apeksinin 1 mm içerisindeki varlığı ile de ilişkilendirilmiştir (168). Kırık alet varlığı, rezervuar içine yerleştirilen $\text{Ca}(\text{OH})_2$ medikament hacminin azalmasına sebep olabilir. Ayrıca zamanla $\text{Ca}(\text{OH})_2$ çözeltilisinin dilüsyonu, daha önce istatistiksel olmasa da var olan bu farkı arttırmış olabilir.

Grup 3'e ait pH değerleri istatistiksel olmasa da diğer gruplardan daha yüksektir. Bunun sebebi çalışma boyutunun 2 mm koronalinden itibaren #50 ile genişletilen ve kırık alet olmayan bu grubun fiziksel olarak $\text{Ca}(\text{OH})_2$ rezervuar miktarının diğer $\text{Ca}(\text{OH})_2$ içeren gruplardan fazla olması olabilir.

Gruplara ait pH değerleri zamana göre değerlendirildiğinde; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yerleştirilmeyen negatif kontrol grupları; Grup 5 ve Grup 6'da, pH genel olarak ilk 14 gün bir miktar artarken 30. gün azalmıştır. Sığır köklerinde $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin bazikleştirici etkisinin değerlendirildiği çalışmadakine benzer olarak; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ içermeyen negatif kontrol gruplarına ait pH değerleri 6 civarından bir miktar artış gösterdiği halde 7 civarında kalmıştır (153). $\text{Ca}(\text{OH})_2$ formunun ve yerleşiminin kök dentin pH'sı üzerine etkisinin araştırıldığı bir diğer çalışmada ise, kök kanal şekillendirilmesinden sonra distile suyla doldurulan ancak medikament kullanılmayan kontrol grubunun pH değerleri 7,88-8,60 arasında değişmiştir (170). Yine çalışmamızdakine benzer bir şekilde; kontrol grubunda pH ilk saatlerde yükselmiş, 48. saate kadar düşmüş ve tekrar yükselerek tüm seviyeler 21. güne doğru pH 7 civarında dengelenmiştir. Hatta, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konularının kullanıldığı bu çalışmanın sonucuna göre kontrol grubuna ait pH değerleri $\text{Ca}(\text{OH})_2$ konularına ait değerlerden yüksek çıkmıştır (170). Yine başka çalışmalarda da kontrol gruplarında, zamana göre kayda değer olmasa da ufak değişimlerle pH 7 civarında kalmıştır (127,152). Bu $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yerleştirilmeyen kontrol gruplarındaki, pH değerleri daha önce bahsettiğimiz diğer faktörlere (dentin, distile su ve oje pH'sı) de bağlı olarak değişebilir.

Kalsiyum hidroksit yerleştirilen deney ve pozitif kontrol gruplarında ise; genel olarak ilk 1 saatte, pH 9-10 civarından; 48 saate kadar, 7-8 arası değerlere düşmüştür. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin ilk

saatlerde sağladığı yüksek pH, bahsettiğimiz üzere OH⁻ iyonlarının dentine difüzyonundan ziyade medikamenin apikal foramen yoluyla fiziksel direk teması ve ani OH⁻ iyon salınımına bağlı olabilir (159). Ca(OH)₂ pH'sının değerlendirildiği başka bir çalışmada da benzer bir şekilde en yüksek pH değeri, ilk 3 saatte gözlenmiştir (156). Bu alkalileştirici özellikleri ölçülen Ca(OH)₂ içerikli materyallerin pH'larının ölçüldüğü, ilk saatlerde yüksek, 48. saate doğru azalan pH gösteren çalışmalarla uyumludur (156,160,171).

48. saatte, genel olarak Ca(OH)₂ içerikli gruplarda pH değerleri azalmıştır. Bunun sebebi gerek ortamın nemi gerekse her ölçümde yıkanarak yeni distile suya yerleştirilen kök kanallarının apikalinde direk temas halinde bulunan Ca(OH)₂ miktarının fiziksel olarak azalması olabilir. Zaman periyodunun ilerlemesiyle birlikte bu azalma, OH⁻ iyon etkisinin apikal foramenden direk olarak değil de difüzyon ile sağlanmaya başlanacağına göstergesi olabilir. Apikal bölgede, pH daha erken (24 saat sonra) yükselmeye başladığı halde, pH'nın dış kök yüzeyinde yükselmeye başlamasına kadar 1-7 gün geçtiği gösterilmiştir (169). Farklı olarak, bir çalışmada, çalışmamızdaki gibi propilen glikol çözücüsü ile hazırlanan Ca(OH)₂ çözeltilisinin pH'sı ilk 24 saatte artış göstermeyip 48 saat sonra yükselmeye başlayarak 5. gün en yüksek seviyeye ulaşmıştır (157).

7.günde Grup 2'de istatistiksel olmasa da (p>0,05), diğer gruplarda istatistiksel olmak üzere genel olarak pH değerlerinde artış görülmüştür (p<0,05). Bahsettiğimiz üzere Ca(OH)₂'nin etkinliği için zamana ihtiyaç duyulmaktadır (88). Çalışmamızla uyumlu olarak, farklı solüsyonlarla karıştırılan Ca(OH)₂ çözeltilerinin değerlendirildiği çalışmalarda da pH değerleri 7-14 gün içerisinde artmıştır (149,172). Bu çalışmadan farklı olarak 7. günde, tüm Ca(OH)₂ çözeltilerinin pH'sının düştüğü çalışma da mevcuttur (157).

7-30. gün arası pH değerleri; tüm Ca(OH)₂ yerleştirilen gruplarda zamana göre istatistiksel olarak farklılık göstermedi. İstatistiksel olmamakla birlikte, Grup 3 hariç pH değerlerinde, 14. günde artış, 30. günde azalma görüldü. Genel olarak pH değerleri 9-10 civarında başlarken 30 gün sonunda 7-8 civarına düştü. Bu değerler tek ve düz kanallı sığır dişlerinde Ca(OH)₂ difüzyonunun değerlendirildiği çalışmadaki pH değerleri ile uyumludur (156). Yine Ca(OH)₂ çözeltilerinin farklı zaman dilimlerinde değerlendirildiği çalışmalarda da benzer bir şekilde, pH değerleri 30. güne doğru düşüş göstermiştir (88,143,150). Ancak, Ca(OH)₂ çözeltilisinin pH değerlerinin zamana göre değişiminde istatistiksel fark gözlenmeyen (147,154) ya da dış kök pH'sının 120 günlük süre boyunca yüksek düzeyde kaldığını tespit eden çalışmalar da mevcuttur (173).

Çalışmalar arasındaki farklılıklar dişlerdeki anatomik varyasyonlar, kullanılan Ca(OH)_2 'nin miktarı, markası, çözücü çeşidi ve kanal içerisindeki yerleşiminin konumundan kaynaklanabilir. Apikal kısım hariç kök yüzeyi izolasyonunun, Ca(OH)_2 difüzyonunu kökün sadece apikal 2 mm'si ile sınırladığını düşünmekteyiz. OH^- iyonlarının difüzyonu, dentin tübüllerinin daha küçük ve daha az sayıda olduğu kökün apikal üçlüsünde kökün orta ve servikal üçlüsüne göre daha yavaş ve az olacaktır (174,175). Ayrıca, klinik bir durumda, Ca(OH)_2 ile dolu kanalın dentin tamponlama etkisi ve/veya bağ dokusu serumunun seyreltme etkisinden dolayı periapikal dokularda uzun bir süre boyunca yüksek bir pH varlığının görülmesi olası değildir (176). Ca(OH)_2 preparatlarının yüksek çözünürlüğünden (177) ve ayrıca karbon molekülleri tarafından asitlendirme işleminden dolayı (178) ilave tamponlama beklenebilir (160).

Kalsiyum hidroksit çözeltisi, kök kanalından dentin tübülleri yoluyla OH^- iyonlarının difüzyonu ile enfekte dentin ve daha sonra da kök yüzeyi pH'sını yükseltir (18,179). Ancak bu işlem sırasında OH^- iyonları dentinin tamponlama, emilim, doygunluk ve elektrik yükü tarafından engellenir (176). Kök kanalının iç yüzeyinde ilerledikçe pH seviyesi düşmektedir (169). Çalışmamızda bu durum göz önünde bulundurularak, OH^- iyonlarının apikal kök dentin-sement kalınlığı boyunca aldığı yol kumpas yardımıyla kök dışından görsel olarak standart hale getirilmek istendi. Ancak bu yöntem, kökün üç boyutlu çapı ve dentin-sement kalınlığının üç boyutlu ölçümünü mümkün kılmaz. Bununla beraber, olası patolojik rezorbsiyon varlığı da görsel olarak tespit edilemez. Kök dentin-sement kalınlığını ölçen eski yöntem (180) yerini sement rezorbsiyonunu dahi tespit edebilen micro-CT çalışmalarına bırakmıştır (181,182). Ancak klinik bir durumda bu ölçüm yöntemi gerçekçi ve mümkün değildir. Kök apikal dentin-sement kalınlığı, sement varlığı veya yokluğu gibi farklılıkların sonuçları direk etkilememesi için örnek sayısı bu çalışmada artırıldı.

Kök kanalına uygulandığında, Ca(OH)_2 'nin etkisini gerçekleştirmesi için hem apikal foramen, dallanmalar, ikincil ve aksesuar kanallar yoluyla hem de dentinal tübüller vasıtasıyla, kök rezorpsiyon alanlarına, mikroorganizmalarla ve bitişik dokularla kontamine alanlara yayılabilir olmalıdır (18,183). Ancak, bu faktörler, çalışmada sağlanmaya çalışılan kemomekanik şekillendirme ve foramen büyüklüğünün standardizasyonuna rağmen, anatomik varyasyon ve kompozisyon bir diştten diğerine farklılık gösterebilir. Apikal foramenin çapı, şekli, yapısı; lateral kanalların varlığı ve sayısı; ramifikasyonların şekli ve sayısı gibi birçok faktör çekilmiş dişlerin kullanıldığı çalışmamızı etkileyen anatomik faktörlerdir (184-186).

Örneklerde tespit edilemeyen, hatta boyutuna göre micro-CT ile de tespit edilemeyecek olan lateral kanallar, OH⁻ iyon difüzyonundaki farklılıklara sebep olabilir.

Hidroksil iyonlarının dentine nüfusunda materyallerin fiziksel ve kimyasal özellikleri (187), diş anatomisindeki farklılıkların (188) yanı sıra smear tabakası (189) da etkili olabilmektedir. Medikamenin derinlemesine nüfuz etmesini sağlamak için kök kanal duvarlarından smear tabakasının uzaklaştırılması önerilmiştir (187,189). Bu çalışmada, tüm örneklerimizde smear tabakasını kaldırmak için %17 EDTA ve %5 NaOCl kullandık (190). Ancak yapay alet kırığı oluşturulduktan sonraki smear tabakasını kaldırma işleminin başarısı şüphelidir. Ayrıca pH değerleri NaOCl'den etkilenebildiğinden, kök yıkamaları sırasında NaOCl'nin kirlenmesini önlemek için parafilm şeritleri ile kaplanan çalışmalar mevcuttur (169). Bununla birlikte, smear tabakası dentinal tübülleri bloke eder. Deiyonize su ile son bir yıkamadan sonra bile, smear tabakasını çıkarmak için EDTA kullanılması kök yüzeyinin pH'sını etkileyebilir (171). Bazı çalışmalarda, smear tabakası tıkanması nedeniyle üst baz pH değerine ulaşılmıştır (169,170).

Bu çalışmada kök kanal eğim derecelerini belirlemede kullandığımız Schneider Yöntemi, tek başına eğim açısına dayandığından, yeni çalışmalarda kullanılan üç boyutlu eğrilik ölçüm yöntemlerine göre sınırlı bilgi veriyordu. Kanalda birden fazla kavis mevcutsa, primer eğriliğin açısı, dişin merkez ekseninden uzaklaşmadan önce en apikal derecesine kadar ölçüldüğü; Cunningham ve Senia tarafından tarif edilmiştir (191). Kök kanalının eğimli bölümünün uzunluğu ve kanal eğriliği, varsayımsal bir daire yayının uzunluğu ile Schäfer *et al.* tarafından tarif edilen metodoloji izlenerek belirlenir (52). Bunların yanı sıra, kök kanal eğrilik açısını ve diğer özelliklerini 3D görüntüleme ile ölçmeyi öneren güncel teknikler mevcuttur (138,139). Kök kanal eğimini tanımlamakta, çalışmamızda kullandığımız eğim derecesi yetersiz kalmakla birlikte; eğrilik yarıçapı da kök kanal eğimini etkiler (52). Eğrilik yarıçapı, yüzey geriliminin ana belirleyicisi olarak gösterilmiştir (192). Genel olarak, eğrilik yarıçapının ve kök kanal aletinin uzunluğunun; aletin üzerindeki maksimum gerilimi belirleyerek, yorgunluk ömrünü etkilediği kabul edilir (20,193). Bu nedenle, maksimum kanal eğriliği konumuna çok yakın bir yerde alet burulma yorgunluğundan dolayı kırılır (20). Bu çalışmada hesaplayamadığımız üç boyutlu eğim kırık aletin kök dentin içerisindeki pozisyonunda farklılıklara yol açabilir. Kırık alet boyutu ve kırık parçanın eğim sebebiyle kök kanalı içerisinde tam olarak sıkışmamasına bağlı olarak kök kanal dentini ile alet arasındaki boşluklar çalışmanın sonuçlarını etkileyebilir.

Ayrıca, çalışmada yeni NiTi aletlerin dışarda zayıflatılarak kök kanalında kırılması, klinik ortamdaki oluşabilen alet kırığını tam olarak yansıtmaz. Klinik durumda enstrümantasyon sırasında çok fazla apikal kuvvet uygulaması veya var olan kanal formu gibi yardımcı faktörlerle meydana gelebilecek sıkışarak kırılma, aletin özellikle kurvatürlü kanalda kullanımı sonucu oluşabilen döngüsel yorgunluktan daha sık meydana gelmektedir (25). Bu çalışmada kullanılan yöntemle alet kırıldığında, kök kanalında tam bir sıkışma söz konusu değildir. Daha önce de bahsettiğimiz üzere, eğimde burulma ile kırılan alet ile dentin arasında boşluk kalabilmekte, bu da $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yerleşimini kolaylaştırmaktadır.



SONUÇLAR

Bu çalışmada; NiTi eğelerin en çok kırılma insidansı gösterdiği, eğimli kök kanallarının apikal uçlülerinde, 2 ve 4 mm'lik farklı boyutlarda kırık alet varlığında, medikament olarak uygulanan Ca(OH)₂ çözeltilisinin periapikal pH üzerine etkisi araştırıldı.

Bu çalışmanın sınırları dahilinde;

1. Kök kanalında kırık alet varlığında Ca(OH)₂ medikamentinin bazikleştirici etkisinin yüksek tutulması için medikamentin 24 saatte bir değiştirilmesi gerekmektedir.
2. Eğimli kanallarda kırık alet boyunun uzaması, eğenin kırılma pozisyonu ve buna bağlı sıkışma miktarını değiştirdiğinden dolayı, Ca(OH)₂'nin periapikal bölgedeki etkisini ilk 24 saatte olumlu yönde etkilemektedir.
3. Kanal içerisinde 2 mm'lik bir alet kırığı meydana geldiğinde, Ca(OH)₂ 24 saatte bir değiştirilemiyor ise 7 ila 14 gün kanal içerisinde bırakılmalıdır.
4. Kanal içerisinde 4 mm'lik bir alet kırığı meydana geldiğinde, Ca(OH)₂ 24 saatte bir değiştirilemiyor ise 30 güne kadar kanal içerisinde bırakılabilir.

Periapikal lezyonlu dişlerde kırık alet varlığında; mikrobiyolojik, klinik ve farklı medikament türleri ile yapılabilecek daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, farklı boyutlarda kırık nikel titanyum döner eğe bulunan eğimli kök kanallarında, kalsiyum hidroksitin intrakanal ilaç olarak neden olduğu periapikal pH seviyelerini zamana göre değerlendirmektir.

Çalışmamızda 120 adet yeni çekilmiş insan mandibular ve maksiller birinci molar dişleri kullanıldı. Grup 1 ve 2'de kök apikalinde sırasıyla 2 ve 4 mm uzunluklarında nikel titanyum döner eğeleri kırıldı. Grup 3, 4, 5 ve 6'da kırık eğe yoktur. İntrakanal ilaç olarak Grup 1, 2, 3 ve 4'teki kök kanallarına kalsiyum hidroksit yerleştirildi. Örnekler, distile su içeren deney tüplerine konuldu. 1, 24 ve 48 saat, 7, 14 ve 30 gün sonunda pH ölçümleri yapıldı.

1. saatte, Grup 1, 2, 3 ve 4'ten elde edilen pH değerleri arasında istatistiksel olarak fark yok iken ($p>0,05$), Grup 5 ve 6'daki değerler bu gruplardan anlamlı derecede düşüktü ($p<0,001$). 24. saatte, Grup 2'deki pH değerleri Grup 1 ve 4'ten istatistiksel olarak daha yüksekti ($p<0,05$). 48. saatte ve 30. günde; Grup 1'e ait değerler, Grup 3'e göre istatistiksel olarak düşüktü ($p<0,05$). 7. ve 14. günlerde, genel olarak, deney gruplarına ait pH değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0,05$).

Bu çalışmanın sonuçlarına göre şiddetli eğimli kök kanallarında, intrakanal ilaç olarak kalsiyum hidroksitin alkali etkisi, kırık eğin varlığından etkilenmez.

Anahtar kelimeler: Kalsiyum hidroksit, periapikal pH, kırık eğe, eğimli kök kanalları.

THE EFFECT OF SEPARATED INSTRUMENTS ON PERIAPICAL PH USING CALCIUM HYDROXIDE AS INTRACANAL MEDICAMENT IN CURVED ROOT CANALS

SUMMARY

The aim of our study is to evaluate the periapical pH levels caused by the calcium hydroxide as an intracanal medication in curved root canals with the presence of separated nickel titanium rotary instruments with different sizes.

120 fresh extracted human mandibular or maxillary 1st molars were used. In Group 1, 2 mm and in Group 2, 4 mm long nickel titanium file was broken in the apical part of the root. In Group 3, 4, 5 and 6 there is no broken file. Calcium hydroxide was placed into the root canals in Group 1, 2, 3 and 4 as intracanal medicament. Samples were placed in test tubes containing distilled water. pH measurements were made after 1, 24 and 48 hour, 7, 14 and 30 days.

At 1 hour, the pH values in the Groups 5 and 6 were significantly lower than Groups (P<0.001) 1, 2, 3 and 4 that were statistically similar (P>0.05). At 24 hour, the pH values in Group 2 were statistically higher than Group 1 and Group 4 (P<0.05). Group 1 values were statistically lower than Group 3 at 48th and 30th days (P<0.05). In 7 and 14-day, in general, the pH values did not show a statistically significant difference between the experimental groups (P>0.05).

By the results of this study, in severely curved root canals, the alkaline effect of calcium hydroxide as an intracanal medicament is not affected by the presence of instrument.

Key words: Calcium hydroxide, periapical pH, separated file, curved root canals

KAYNAKLAR

1. Panitvisai P, Parunnit P, Sathorn C, Messer HH. Impact of a retained instrument on treatment outcome: a systematic review and meta-analysis. *J Endod* 2010;36(5):775-80.
2. Iqbal MK, Kohli MR, Kim JS. A retrospective clinical study of incidence of root canal instrument separation in an endodontics graduate program: a Penn Endo database study. *J Endod* 2006;32(11):1048-52.
3. 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.
4. Madarati AA, Watts DC, Qualtrough AJ. Opinions and attitudes of endodontists and general dental practitioners in the UK towards the intra-canal fracture of endodontic instruments. Part 2. *Int Endod J* 2008;41(12):1079-87.
5. Souter NJ, Messer HH. Complications associated with fractured file removal using an ultrasonic technique. *J Endod* 2005;31(6):450-2.
6. Wu J, Lei G, Yan M, Yu Y, Yu J, Zhang G. Instrument separation analysis of multi-used ProTaper Universal rotary system during root canal therapy. *J Endod* 2011;37(6):758-63.
7. Hülsmann M. Methods for removing metal obstructions from the root canal. *Dent Traumatol* 1993;9(6):223-37.
8. Madarati A, Watts DC, Qualtrough AJE. A survey on the experience of UK endodontists and general dental practitioners in the management of intra-canal fractured endodontic files. *Int Endod J* 2008;41(9):816.
9. Suter B, Lussi A, Sequeira P. Probability of removing fractured instruments from root canals. *Int Endod J* 2005;38(2):112-23.
10. Shen Y, Peng B, Cheung GS. Factors associated with the removal of fractured NiTi instruments from root canal systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;98(5):605-10.

11. Madarati AA, Hunter MJ, Dummer PM. Management of intracanal separated instruments. *J Endod* 2013;39(5):569-81.
12. Iqbal MK, Rafailov H, Kratchman SI, Karabucak B. A comparison of three methods for preparing centered platforms around separated instruments in curved canals. *J Endod* 2006;32(1):48-51.
13. Saunders JL, Eleazer PD, Zhang P, Michalek S. Effect of a separated instrument on bacterial penetration of obturated root canals. *J Endod* 2004;30(3):177-9.
14. Spili P, Parashos P, Messer HH. The impact of instrument fracture on outcome of endodontic treatment. *J Endod* 2005;31(12):845-50.
15. Peters L, Van Winkelhoff AJ, Buijs J, Wesselink P. Effects of instrumentation, irrigation and dressing with calcium hydroxide on infection in pulpless teeth with periapical bone lesions. *Int Endod J* 2002;35(1):13-21.
16. Stanley HR, Pameijer CH. Pulp capping with a new visible-light-curing calcium hydroxide composition (Prisma VLC Dycal). *Oper Dent* 1985;10(4):156-63.
17. Stuart KG, Miller CH, Brown CE, Newton CW. The comparative antimicrobial effect of calcium hydroxide. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991;72(1):101-4.
18. Tronstad L, Andreasen J, Hasselgren G, Kristerson L, Riis I. pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *J Endod* 1981;7(1):17-21.
19. Torabinejad M, Johnson JD. Procedural accidents. *Endodontics-E-Book: Principles and Practice*. 2014: s. 338.
20. Cheung GS. Instrument fracture: mechanisms, removal of fragments, and clinical outcomes. *Endod Topics* 2007;16(1):1-26.
21. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod* 1988;14(7):346-51.
22. Nagaratna P, Shashikiran N, Subbareddy V. In vitro comparison of NiTi rotary instruments and stainless steel hand instruments in root canal preparations of primary and permanent molar. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 2006;24(4):186.
23. 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.
24. Hülsmann M, Schinkel I. Influence of several factors on the success or failure of removal of fractured instruments from the root canal. *Dent Traumatol* 1999;15(6):252-8.
25. Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *J Endod* 2000;26(3):161-5.
26. 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.

27. 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.
28. Arens FC, Hoen MM, Steiman HR, Dietz Jr GC. Evaluation of single-use rotary nickel-titanium instruments. *J Endod* 2003;29(10):664-6.
29. Kazemi RB, Stenman E, Spångberg LS. A comparison of stainless steel and nickel-titanium H-type instruments of identical design: torsional and bending tests. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;90(4):500-6.
30. Alapati SB, Brantley WA, Nusstein JM, Daehn GS, Svec TA, Powers JM, et al. Vickers hardness investigation of work-hardening in used NiTi rotary instruments. *J Endod* 2006;32(12):1191-3.
31. 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.
32. Alfouzan K, Jamleh A. Fracture of nickel titanium rotary instrument during root canal treatment and re-treatment: a 5-year retrospective study. *Int Endod J* 2018;51(2):157-63.
33. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod* 2004;30(8):559-67.
34. Pruett JP, Clement DJ, Carnes Jr DL. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1997;23(2):77-85.
35. Plotino G, Grande NM, Cordaro M, Testarelli L, Gambarini G. A review of cyclic fatigue testing of nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2009;35(11):1469-76.
36. Martin B, Zelada G, Varela P, Bahillo J, Magán F, Ahn S, et al. Factors influencing the fracture of nickel-titanium rotary instruments. *Int Endod J* 2003;36(4):262-6.
37. Di Fiore P, Genov K, Komaroff E, Li Y, Lin L. Nickel–titanium rotary instrument fracture: a clinical practice assessment. *Int Endod J* 2006;39(9):700-8.
38. Wang N-N, Ge J-Y, Xie S-J, Chen G, Zhu M. Analysis of Mtwo rotary instrument separation during endodontic therapy: a retrospective clinical study. *Cell Biochem Biophys* 2014;70(2):1091-5.
39. Pirani C, Cirulli PP, Chersoni S, Micele L, Ruggeri O, Prati C. Cyclic fatigue testing and metallographic analysis of nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2011;37(7):1013-6.
40. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1997;23(2):77-85.
41. Cimilli H, Cimilli T, Mumcu G, Kartal N, Wesselink P. Spiral computed tomographic demonstration of C-shaped canals in mandibular second molars. *Dentomaxillofac Radiol* 2005;34(3):164-7.

42. Dietz DB, Di Fiore PM, Bahcall JK, Lautenschlager EP. Effect of rotational speed on the breakage of nickel-titanium rotary files. *J Endod* 2000;26(2):68-71.
43. Alodeh M, Doller R, Dummer P. Shaping of simulated root canals in resin blocks using the step-back technique with K-files manipulated in a simple in/out filing motion. *Int Endod J* 1989;22(3):107-17.
44. Parashos P, Messer H. Questionnaire survey on the use of rotary nickel–titanium endodontic instruments by Australian dentists. *Int Endod J* 2004;37(4):249-59.
45. Parashos P, Messer HH. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *J Endod* 2006;32(11):1031-43.
46. Al-Fouzan K. Incidence of rotary ProFile instrument fracture and the potential for bypassing in vivo. *Int Endod J* 2003;36(12):864-7.
47. Rahimi M, Parashos P. A novel technique for the removal of fractured instruments in the apical third of curved root canals. *Int Endod J* 2009;42(3):264-70.
48. Ehrhardt IC, Zuolo ML, Cunha RS, De Martin AS, Kherlakian D, de Carvalho MCC, et al. Assessment of the separation incidence of mtwo files used with preflaring: prospective clinical study. *J Endod* 2012;38(8):1078-81.
49. Knowles KI, Hammond NB, Biggs SG, Ibarrola JL. Incidence of instrument separation using LightSpeed rotary instruments. *J Endod* 2006;32(1):14-6.
50. Wolcott S, Wolcott J, Ishley D, Kennedy W, Johnson S, Minnich S, et al. Separation incidence of protaper rotary instruments: a large cohort clinical evaluation. *J Endod* 2006;32(12):1139-41.
51. Estrela C, Bueno MR, Barletta FB, Guedes OA, Porto OC, Estrela CR, et al. Identification of apical and cervical curvature radius of human molars. *Braz Dent J* 2015;26(4):351-6.
52. Schäfer E, Diez C, Hoppe W, Tepel J. Roentgenographic investigation of frequency and degree of canal curvatures in human permanent teeth. *J Endod* 2002;28(3):211-6.
53. Gambarini G. Cyclic fatigue of ProFile rotary instruments after prolonged clinical use. *Int Endod J* 2001;34(5):386-9.
54. Yared G. In vitro study of the torsional properties of new and used ProFile nickel titanium rotary files. *J Endod* 2004;30(6):410-2.
55. Gao Y, Shotton V, Wilkinson K, Phillips G, Johnson WB. Effects of raw material and rotational speed on the cyclic fatigue of ProFile Vortex rotary instruments. *J Endod* 2010;36(7):1205-9.
56. Bryant S, Dummer P, Pitoni C, Bourba M, Moghal S. Shaping ability of. 04 and. 06 taper ProFile rotary nickel–titanium instruments in simulated root canals. *Int Endod J* 1999;32(3):155-64.

57. López FU, Fachin EV, Fontanella VRC, Barletta FB, Só MVR, Grecca FS. Apical transportation: a comparative evaluation of three root canal instrumentation techniques with three different apical diameters. *J Endod* 2008;34(12):1545-8.
58. Turpin Y, Chagneau F, Vulcain J. 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.
59. Gambarini G. Rationale for the use of low-torque endodontic motors in root canal instrumentation. *Dent Traumatol* 2000;16(3):95-100.
60. Pedullà E, Grande NM, Plotino G, Gambarini G, Rapisarda E. Influence of continuous or reciprocating motion on cyclic fatigue resistance of 4 different nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2013;39(2):258-61.
61. 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.
62. Bonaccorso A, Schäfer E, Condorelli GG, Cantatore G, Tripi TR. Chemical analysis of nickel-titanium rotary instruments with and without electropolishing after cleaning procedures with sodium hypochlorite. *J Endod* 2008;34(11):1391-5.
63. Walsch H. The hybrid concept of nickel–titanium rotary instrumentation. *Dent Clin North Am* 2004;48(1):183-202.
64. Arias A, Perez-Higueras J, de la Macorra J. Influence of clinical usage of GT and GTX files on cyclic fatigue resistance. *Int Endod J* 2014;47(3):257-63.
65. Hilfer PB, Bergeron BE, Mayerchak MJ, Roberts HW, Jeansonne BG. Multiple autoclave cycle effects on cyclic fatigue of nickel-titanium rotary files produced by new manufacturing methods. *J Endod* 2011;37(1):72-4.
66. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971;32(2):271-5.
67. Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod* 1975;1(8):255-62.
68. Hankins PJ, ElDeeb ME. An evaluation of the canal master, balanced-force, and step-back techniques. *J Endod* 1996;22(3):123-30.
69. Nagy CD, Szabó J, Szabó J. A mathematically based classification of root canal curvatures on natural human teeth. *J Endod* 1995;21(11):557-60.
70. Ward JR, Parashos P, Messer HH. Evaluation of an ultrasonic technique to remove fractured rotary nickel-titanium endodontic instruments from root canals: clinical cases. *J Endod* 2003;29(11):764-7.
71. Madarati AA, Qualtrough AJ, Watts DC. Factors affecting temperature rise on the external root surface during ultrasonic retrieval of intracanal separated files. *J Endod* 2008;34(9):1089-92.

72. Yoldas O, Oztunc H, Tinaz C, Alparslan N. Perforation risks associated with the use of Masserann endodontic kit drills in mandibular molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;97(4):513-7.
73. Cujé J, Bargholz C, Hülsmann M. The outcome of retained instrument removal in a specialist practice. *Int Endod J* 2010;43(7):545-54.
74. Ward JR, Parashos P, Messer HH. Evaluation of an ultrasonic technique to remove fractured rotary nickel-titanium endodontic instruments from root canals: an experimental study. *J Endod* 2003;29(11):756-63.
75. Mandel E, Adib-Yazdi M, Benhamou LM, 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.
76. Schirrmeister JF, Wrbas K-T, Schneider FH, Altenburger MJ, Hellwig E. Effectiveness of a hand file and three nickel-titanium rotary instruments for removing gutta-percha in curved root canals during retreatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;101(4):542-7.
77. Simon S, Machtou P, Tomson P, Adams N, Lumley P. Influence of fractured instruments on the success rate of endodontic treatment. *Dent Update* 2008;35(3):172-9.
78. Bergenholtz G, Lekholm U, Milthon R, Heden G, Ödesjö B, Engström B. Retreatment of endodontic fillings. *Eur J Oral Sci* 1979;87(3):217-24.
79. Kerekes K, Tronstad L. Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique. *J Endod* 1979;5(3):83-90.
80. McGuigan M, Louca C, Duncan H. The impact of fractured endodontic instruments on treatment outcome. *Br Dent J* 2013;214(6):285.
81. Waltimo T, Trope M, Haapasalo M, Ørstavik D. Clinical efficacy of treatment procedures in endodontic infection control and one year follow-up of periapical healing. *J Endod* 2005;31(12):863-6.
82. Trope M, Delano EO, Ørstavik D. Endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: single vs. multivisit treatment. *J Endod* 1999;25(5):345-50.
83. Byström A, Sunqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J* 1985;18(1):35-40.
84. Sungur DD, Aksel H, Purali N. Effect of a low surface tension vehicle on the dentinal tubule penetration of calcium hydroxide and triple antibiotic paste. *J Endod* 2017;43(3):452-5.
85. Kawashima N, Wadachi R, Suda H, Yeng T, Parashos P. Root canal medicaments. *Int Endod J* 2009;59(1):5-11.
86. Vanderas A. Effects of intracanal medicaments on inflammatory resorption or occurrence of ankylosis in mature traumatized teeth: a review. *Dent Traumatol* 1993;9(5):175-84.

87. El Meligy OA, Avery DR. Comparison of apexification with mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. *Pediatr Dent* 2006;28(3):248-53.
88. Abbott PV. Medicaments: aids to success in endodontics. Part 1. A review of the literature. *Aust Dent J.* 1990;35(5):438-48.
89. Sjögren U, Figdor D, Spångberg L, Sundqvist G. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. *Int Endod J* 1991;24(3):119-25.
90. Farhad A, Mohammadi Z. Calcium hydroxide: a review. *Int Endod J* 2005;55(5):293-301.
91. Cvek M. Calcium hydroxide in the treatment of traumatized teeth. *Rev Fr Endod* 1989;8(3):11-27.
92. Fava L, Saunders W. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. *Int Endod J* 1999;32(4):257-82.
93. Lu Y, Liu T, Li X, Li H, Pi G. Histologic evaluation of direct pulp capping with a self-etching adhesive and calcium hydroxide in beagles. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;102(4):78-84.
94. Yang S-F, Rivera EM, Baumgardner KR, Walton RE, Stanford C. Anaerobic tissue-dissolving abilities of calcium hydroxide and sodium hypochlorite. *J Endod* 1995;21(12):613-6.
95. Inamoto K, Kojima K, Nagamatsu K, Hamaguchi A, Nakata K, Nakamura H. A survey of the incidence of single-visit endodontics. *J Endod* 2002;28(5):371-4.
96. de Jesus Soares A, Lins FF, Nagata JY, de Almeida Gomes BPF, Zaia AA, Ferraz CCR, et al. Pulp revascularization after root canal decontamination with calcium hydroxide and 2% chlorhexidine gel. *J Endod* 2013;39(3):417-20.
97. Oguntebi B. Dentine tubule infection and endodontic therapy implications. *Int Endod J* 1994;27(4):218-22.
98. Tang G, Samaranayake L, Yip HK. Molecular evaluation of residual endodontic microorganisms after instrumentation, irrigation and medication with either calcium hydroxide or Septomixine. *Oral Dis* 2004;10(6):389-97.
99. Ferguson J, Hatton J, Gillespie MJ. Effectiveness of intracanal irrigants and medications against the yeast *Candida albicans*. *J Endod* 2002;28(2):68-71.
100. Katebzadeh N, Hupp J, Trope M. Histological periapical repair after obturation of infected root canals in dogs. *J Endod* 1999;25(5):364-8.
101. Guerreiro-Tanomaru JM, Chula DG, de Pontes Lima RK, Berbert FLVC, Tanomaru-Filho M. Release and diffusion of hydroxyl ion from calcium hydroxide-based medicaments. *Dent Traumatol* 2012;28(4):320-3.
102. Tronstad L. Root resorption—etiology, terminology and clinical manifestations. *Dent Traumatol* 1988;4(6):241-52.

- 103.Çalışkan MK, Türkün M. Periapical repair and apical closure of a pulpless tooth using calcium hydroxide. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997;84(6):683-7.
- 104.Hasselgren G, Olsson B, Cvek M. Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue. *J Endod* 1988;14(3):125-7.
- 105.Foreman P, Barnes I. A review of calcium hydroxide. *Int Endod J* 1990;23(6):283-97.
- 106.Siqueira Jr J, Lopes H. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *Int Endod J* 1999;32(5):361-9.
- 107.Silva LAB, Nelson-Filho P, Leonardo MR, Rossi MA, Pansani CA. Effect of calcium hydroxide on bacterial endotoxin in vivo. *J Endod* 2002;28(2):94-8.
- 108.Chai WL, Hamimah H, Cheng SC, Sallam AA, Abdullah M. Susceptibility of *Enterococcus faecalis* biofilm to antibiotics and calcium hydroxide. *Int J Oral Sci* 2007;49(2):161-6.
- 109.Graham L, Cooper PR, Cassidy N, Nor JE, Sloan AJ, Smith AJ. The effect of calcium hydroxide on solubilisation of bio-active dentine matrix components. *Biomaterials* 2006;27(14):2865-73.
- 110.Sinha N, Patil S, Dodwad PK, Patil AC, Singh B. Evaluation of antimicrobial efficacy of calcium hydroxide paste, chlorhexidine gel, and a combination of both as intracanal medicament: An in vivo comparative study. *J Conserv Dent* 2013;16(1):65.
- 111.del Carpio-Perochena A, Kishen A, Felitti R, Bhagirath AY, Medapati MR, Lai C, et al. Antibacterial properties of chitosan nanoparticles and propolis associated with calcium hydroxide against single-and multispecies biofilms: an in vitro and in situ study. *J Endod* 2017;43(8):1332-6.
- 112.Zehnder M, Luder H, Schätzle M, Kerosuo E, Waltimo T. A comparative study on the disinfection potentials of bioactive glass S53P4 and calcium hydroxide in contra-lateral human premolars ex vivo. *Int Endod J* 2006;39(12):952-8.
- 113.Awawdeh L, AL-Beitawi M, Hammad M. Effectiveness of propolis and calcium hydroxide as a short-term intracanal medicament against *Enterococcus faecalis*: A laboratory study. *Aust Endod J* 2009;35(2):52-8.
- 114.Heithersay GS. Calcium hydroxide in the treatment of pulpless teeth with associated pathology. *Int Endod J* 1975;8(2):74-93.
- 115.De Souza CAS, Teles RP, Souto R, Chaves MAE, Colombo APV. Endodontic therapy associated with calcium hydroxide as an intracanal dressing: microbiologic evaluation by the checkerboard DNA-DNA hybridization technique. *J Endod* 2005;31(2):79-83.
- 116.Freeman BA, Crapo JD. Biology of disease: free radicals and tissue injury. *Lab Invest* 1982;47(5):412-26.
- 117.Halliwell B. Oxidants and human disease: some new concepts. *FASEB J* 1987;1(5):358-64.

118. Imlay JA, Linn S. DNA damage and oxygen radical toxicity. *Science* 1988;240(4857):1302-9.
119. Solak H, Öztan M. The pH changes of four different calcium hydroxide mixtures used for intracanal medication. *J Oral Rehabil* 2003;30(4):436-9.
120. Alencar AHG, Leonardo MR, Silva LB, Silva RSd, Ito IY. Determination of the p-monochlorophenol residue in the calcium hydroxide+ p-monochlorophenol combination used as an intracanal dressing in pulpless teeth of dogs with induced chronic periapical lesion. *J Endod* 1997;23(8):522-4.
121. Holland R, de Mello W, Nery MJ, Bernabe PF, de Souza V. Reaction of human periapical tissue to pulp extirpation and immediate root canal filling with calcium hydroxide. *J Endod* 1977;3(2):63-7.
122. Leonardo MR, da Silva LAB, de Toledo Leonardo R, Utrilla LS, Assed S. Histological evaluation of therapy using a calcium hydroxide dressing for teeth with incompletely formed apices and periapical lesions. *J Endod* 1993;19(7):348-52.
123. Estrela C, Pesce HF. Chemical analysis of the liberation of calcium and hydroxyl ions from calcium hydroxide pastes in connective tissue in the dog. Part I. *Braz Dent J*. 1996;7(1):41-6.
124. Athanassiadis B, Abbott P, Walsh LJ. The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. *Aust Dent J* 2007;52:64-82.
125. Kawakami T, Nakamura C, Hasegawa H, Eda S. Fate of ⁴⁵Ca-labeled calcium hydroxide in a root canal filling paste embedded in rat subcutaneous tissues. *J Endod* 1987;13(5):220-3.
126. Cai M, Abbott P, Castro Salgado J. Hydroxyl ion diffusion through radicular dentine when calcium hydroxide is used under different conditions. *Materials* 2018;11(1):152.
127. Carvalho CN, Freire LG, Carvalho APLd, Duarte MAH, Bauer J, Gavini G. Ions release and pH of calcium hydroxide-, chlorhexidine- and bioactive glass-based endodontic medicaments. *Braz Dent J* 2016;27(3):325-31.
128. Salamat K, Rezai RF. Nonsurgical treatment of extraoral lesions caused by necrotic nonvital tooth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1986;61(6):618-23.
129. Çahşkan M, Şen B. Endodontic treatment of teeth with apical periodontitis using calcium hydroxide: a long-term study. *Dent Traumatol* 1996;12(5):215-21.
130. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984;58(5):589-99.
131. Barekatin B, Hasheminia S, Shadmehr E, Attary Z. The effect of calcium hydroxide placement on pH and calcium concentration in periapical environment: An in vitro study. *Indian J Dent Res* 2012;23(2):226-.

132. Duarte MAH, Midena RZ, Zeferino MA, Vivan RR, Weckwerth PH, dos Santos F, et al. Evaluation of pH and calcium ion release of calcium hydroxide pastes containing different substances. *J Endod* 2009;35(9):1274-7.
133. Zelada G, Varela P, Martín B, Bahillo JG, Magan 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.
134. Southard DW, Oswald RJ, Natkin E. Instrumentation of curved molar root canals with the Roane technique. *J Endod* 1987;13(10):479-89.
135. Fuentes R, Arias A, Navarro P, Ottone N, Bucchi C. Morphometric Study of Mandibular Premolars in Panoramic Digital Radiographs; Analysis of Root Curvatures/Morfometria de Premolares Mandibulares en Radiografías Panorámicas Digitales; Analisis de Curvaturas Radiculares. *Int J Morphol* 2015;33(2):476-83.
136. Fuentes R, Farfán C, Astete N, Navarro P, Arias A. Distal root curvatures in mandibular molars: analysis using digital panoramic X-rays. *Folia Morphol* 2018;77(1):131-7.
137. Eaton JA, Clement DJ, Lloyd A, Marchesan MA. Micro-Computed Tomographic Evaluation of the Influence of Root Canal System Landmarks on Access Outline Forms and Canal Curvatures in Mandibular Molars. *J Endod* 2015;41(11):1888-91.
138. Choi M-R, Moon Y-M, Seo M-S. Prevalence and features of distolingual roots in mandibular molars analyzed by cone-beam computed tomography. *Imaging Sci Dent* 2015;45(4):221-6.
139. Dannemann M, Kucher M, Kirsch J, Binkowski A, Modler N, Hannig C, et al. An Approach for a Mathematical Description of Human Root Canals by Means of Elementary Parameters. *J Endod* 2017;43(4):536-43.
140. Shah P, Chong B. A web-based endodontic case difficulty assessment tool. *Clin Oral Investig* 2018:1-8.
141. Baumann MA, Roth A. Effect of experience on quality of canal preparation with rotary nickel-titanium files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999;88(6):714-8.
142. Leonardo MR, Da Silva LAB, Tanomaru Filho M, Bonifácio KC, Ito IY. In vitro evaluation of antimicrobial activity of sealers and pastes used in endodontics. *J Endod* 2000;26(7):391-4.
143. Grover C, Shetty N. Evaluation of calcium ion release and change in pH on combining calcium hydroxide with different vehicles. *Contemp Clin Dent* 2014;5(4):434.
144. Walton RE, Simon ST, Bhat K, Francis R. Effect of four vehicles on the pH of calcium hydroxide and the release of calcium ion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;80(4):459-64.

145. Deveaux E, Dufour D, Boniface B. Five methods of calcium hydroxide intracanal placement: An in vitro evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000;89(3):349-55.
146. Ricucci D, Siqueira JF. *Endodontology: an integrated biological and clinical view*. 2013.
147. Misra P, Bains R, Loomba K, Singh A, Sharma V, Murthy R, et al. Measurement of pH and calcium ions release from different calcium hydroxide pastes at different intervals of time: Atomic spectrophotometric analysis. *J Oral Biol Craniofac Res* 2017;7(1):36-41.
148. Estrela C, Pecora JD, Sousa Net MDd, Estrela CRdA, Bammann LL. Effect of vehicle on antimicrobial properties of calcium hydroxide pastes. *Braz Dent J* 1999;10(2):63-72.
149. Yücel AÇ, Aksoy A, Ertaş E, Güvenç D. The pH changes of calcium hydroxide mixed with six different vehicles. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103(5):712-7.
150. Vianna ME, Zilio DM, Ferraz CCR, Zaia AA, Souza-Filho FJd, Gomes BPFdA. Concentration of hydrogen ions in several calcium hydroxide pastes over different periods of time. *Braz Dent J* 2009;20(5):382-8.
151. Mori GG, Ferreira FC, Batista FRdS, Godoy AMdS, Nunes DC. Evaluation of the diffusion capacity of calcium hydroxide pastes through the dentinal tubules. *Braz Oral Res* 2009;23(2):113-8.
152. Signoretti FGC, de Almeida Gomes BPF, Montagner F, Tosello FB, Jacinto RC. Influence of 2% chlorhexidine gel on calcium hydroxide ionic dissociation and its ability of reducing endotoxin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;111(5):653-8.
153. Aguiar AS, Guerreiro-Tanomaru J, Faria G, Leonardo R, Tanomaru-Filho M. Antimicrobial activity and pH of calcium hydroxide and zinc oxide nanoparticles intracanal medication and association with chlorhexidine. *J Contemp Dent Pract* 2015;16(8):624-9.
154. Dausage P, Dhirawani RB, Marya J, Dhirawani V, Kumar V. A Comparative Study of Ion Diffusion from Calcium Hydroxide with Various Herbal Pastes through Dentin. *Int J Clin Pediatr Dent* 2017;10(1):41.
155. Zancan RF, Vivian RR, Lopes MRM, Weckwerth PH, de Andrade FB, Ponce JB, et al. Antimicrobial activity and physicochemical properties of calcium hydroxide pastes used as intracanal medication. *J Endod* 2016;42(12):1822-8.
156. Batista VEdS, Olian DD, Mori GG. Diffusion of hydroxyl ions from calcium hydroxide and Aloe vera pastes. *Braz Dent J* 2014;25(3):212-6.
157. Shetty S, Manjunath M, Tejaswi S. An in-vitro evaluation of the pH change through root dentin using different calcium hydroxide preparations as an intracanal medicament. *J Clin Diagn Res* 2014;8(10):ZC13.
158. Roghanizad N, Bahreini F, Vatanpour M. Hydroxyl ion diffusion through intact and resorbed roots at various time intervals. *Iran Endod J* 2011;6(3):107.

159. Hosoya N, Takahashi G, Arai T, Nakamura J. Calcium concentration and pH of the periapical environment after applying calcium hydroxide into root canals in vitro. *J Endod* 2001;27(5):343-6.
160. Zmener O, Pameijer CH, Banegas G. An in vitro study of the pH of three calcium hydroxide dressing materials. *Dent Traumatol* 2007;23(1):21-5.
161. Inan U, Aydin C, Tunca YM. Cyclic fatigue of ProTaper rotary nickel-titanium instruments in artificial canals with 2 different radii of curvature. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104(6):837-40.
162. Whipple SJ, Kirkpatrick TC, Rutledge RE. Cyclic fatigue resistance of two variable-taper rotary file systems: ProTaper universal and V-Taper. *J Endod* 2009;35(4):555-8.
163. Wiemann AH, Wilcox LR. In vitro evaluation of four methods of sealer placement. *J Endod* 1991;17(9):444-7.
164. Staehle H, Thomä C, Müller HP. Comparative in vitro investigation of different methods for temporary root canal filling with aqueous suspensions of calcium hydroxide. *Dent Traumatol* 1997;13(3):106-12.
165. Peters CI, Koka R, Highsmith S, Peters OA. Calcium hydroxide dressings using different preparation and application modes: density and dissolution by simulated tissue pressure. *Int Endod J* 2005;38(12):889-95.
166. Öztan MD, Akman A, Dalat D. Intracanal placement of calcium hydroxide: a comparison of two different mixtures and carriers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;94(1):93-7.
167. Sigurdsson A, Stancill R, Madison S. Intracanal placement of Ca (OH) 2: a comparison of techniques. *J Endod* 1992;18(8):367-70.
168. Chamberlain TM, Kirkpatrick TC, Rutledge RE. pH changes in external root surface cavities after calcium hydroxide is placed at 1, 3 and 5 mm short of the radiographic apex. *Dent Traumatol* 2009;25(5):470-4.
169. Nerwich A, Figdor D, Messer HH. pH changes in root dentin over a 4-week period following root canal dressing with calcium hydroxide. *J Endod* 1993;19(6):302-6.
170. Pérez F, Franchi M, Péli J. Effect of calcium hydroxide form and placement on root dentine pH. *Int Endod J* 2001;34(6):417-23.
171. Saif S, Carey CM, Tordik PA, McClanahan SB. Effect of irrigants and cementum injury on diffusion of hydroxyl ions through the dentinal tubules. *J Endod* 2008;34(1):50-2.
172. Pacios MG, de la Casa ML, de los Angeles Bulacio M, López ME. Calcium hydroxide's association with different vehicles: in vitro action on some dentinal components. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96(1):96-101.
173. Esberard RM, Carnes Jr DL, Carlos E. Changes in pH at the dentin surface in roots obturated with calcium hydroxide pastes. *J Endod* 1996;22(8):402-5.

- 174.Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, Marchionni S, Breschi L, Malagnino V, et al. SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 2004;37(12):832-9.
- 175.Camões ICG, Salles MR, Chevitarese O, Gomes LNLF. Diffusion of Ca (OH) 2 associated with different vehicles: chromatographic study (high-performance liquid chromatography). *J Endod* 2004;30(1):30-4.
- 176.Haapasalo H, Sirén E, Waltimo T, Orstavik D, Haapasalo M. Inactivation of local root canal medicaments by dentine: an in vitro study. *Int Endod J* 2000;33(2):126-31.
- 177.Pissiotis E, Spngberg LS. Biological evaluation of collagen gels containing calcium hydroxide and hydroxyapatite. *J Endod* 1990;16(10):468-73.
- 178.McCormick JE, Weine FS, Maggio JD. Tissue pH of developing periapical lesions in dogs. *J Endod* 1983;9(2):47-51.
- 179.Babu N, Jha S, Bhanushali PV, Moureen A. Comparative assessment of diffusion of calcium and hydroxyl ions from calcium hydroxide formulations used for obturation in primary teeth *IJSS* 2017;4(11):77-81.
- 180.Berutti E, Fedon G. Thickness of cementum/dentin in mesial roots of mandibular first molars. *J Endod* 1992;18(11):545-8.
- 181.Wierzbicki T, El-Bialy T, Aldaghreer S, Li G, Doschak M. Analysis of orthodontically induced root resorption using micro-computed tomography (Micro-CT). *Angle Orthod.* 2009;79(1):91-6.
- 182.Sousa K, Andrade-Junior CV, Silva JMd, Duarte MAH, De-Deus G, Silva EJNLd. Comparison of the effects of TripleGates and Gates-Glidden burs on cervical dentin thickness and root canal area by using cone beam computed tomography. *J Appl Oral Sci* 2015;23(2):164-8.
- 183.Duarte MAH, de Oliveira Demarchi ACC, Giaxa MH, Kuga MC, de Campos Fraga S, de Souza LCD. Evaluation of pH and calcium ion release of three root canal sealers. *J Endod* 2000;26(7):389-90.
- 184.Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endod Topics* 2005;10(1):3-29.
- 185.Marroquín BB, El-Sayed MA, Willershausen-Zönnchen B. Morphology of the physiological foramen: I. Maxillary and mandibular molars. *J Endod* 2004;30(5):321-8.
- 186.Meder-Cowherd L, Williamson AE, Johnson WT, Vasilescu D, Walton R, Qian F. Apical morphology of the palatal roots of maxillary molars by using micro-computed tomography. *J Endod* 2011;37(8):1162-5.
- 187.Okşan T, Aktener B, Şen B, Tezel H. The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 1993;26(5):301-5.

188. Rouhani A, Ghoddusi J, Naghavi N, Al-Lawati G. Scanning electron microscopic evaluation of dentinal tubule penetration of Epiphany in severely curved root canals. *Eur J Dent*. 2013;7(4):423.
189. Kokkas AB, Boutsoukis AC, Vassiliadis LP, Stavrianos CK. The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an in vitro study. *J Endod* 2004;30(2):100-2.
190. Silveira LFM, Silveira CF, Martos J, de Castro LAS. Evaluation of the different irrigation regimens with sodium hypochlorite and EDTA in removing the smear layer during root canal preparation. *J Microsc Ultrastruct* 2013;1(1-2):51-6.
191. Cunningham CJ, Senia ES. A three-dimensional study of canal curvatures in the mesial roots of mandibular molars. *J Endod* 1992;18(6):294-300.
192. Bahia MGA, Buono VTL. Decrease in the fatigue resistance of nickel-titanium rotary instruments after clinical use in curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;100(2):249-55.
193. Peters OA, Kappeler S, Bucher W, Barbakow F. Engine-driven preparation of curved root canals: measuring cyclic fatigue and other physical parameters. *Aust Endod J* 2002;28(1):11-7.

EKLER



Ek 1

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU Edirne, Türkiye

ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAYIBAŞVURU BİLGİLERİ	PROTOKOL KODU	TÜTF-BAEK 2017/179	
	PROTOKOL ADI	Kalsiyum Hidroksit Eğimli Kok Kanallarında Kırık Ege Varlığında Periapikal pH Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi	
	SORUMLU ARAŞTIRICI ÜNVANI / ADI	Yrd. Doç. Dr. Burhan ÇANAKÇI	
	ARAŞTIRMA MERKEZİ		
	DESTEKLEYİCİ		
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	Tek Merkez Ulusal	Çok Merkez Uluslararası	
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 13/17		Tarih: 26.07.2017
	Üniversitemiz Dış Hekimliği Fakültesi Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Burhan ÇANAKÇI'nın sorumluluğunda yapılması planlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen çalışmasının araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekece, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş; araştırmaya ilişkin giderlerin gönüllüye ve/veya bağlı bulunduğu sosyal güvenlik kurumuna ödenmediği koşullarda ve veri toplanacak yerlerden gerekli izinler alındıktan sonra gerçekleştirilmesinde etik bilimsel standartlar açısından sakınca bulunmadığına mevcudun oy birliği ile karar verilmiştir.		
ETİK KURUL BİLGİLERİ			
ÇALIŞMA ESASI Helsinki Bildirgesi, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu, TÜTF-BAEK Yönergesi			

UYELER

Ünvan/Ad/ Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki(*)	Katılım (**)	İmza
Prof. Dr. Ülfet VATANSEVER ÖZBEK Başkan	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.D	K	E (H)	(E) H	
Yrd. Doç. Dr. Rugül KÖSE ÇINAR Başkan Yardımcısı	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F. Ruh Sağ. ve Has. A.D.	K	E (H)	(E) H	
Yrd. Doç. Dr. Ruhan Deniz TOPUZ Üye	Tıbbi Farmakoloji.	T.Ü.T.F Tıbbi Farmakoloji A.D	K	E (H)	(E) H	
Yrd. Doç. Dr. F. Nesrin TURAN Üye	Biyoistatistik	T.Ü.T.F. Biyoistatistik A.D.	K	E H	E H	
Doç. Dr. Hakan GÜRKAN Üye	Tıbbi Genetik	T.Ü.T.F. Tıbbi Genetik A.D.	E	E (H)	(E) H	
Prof. Dr. Hasan ÜMIT Üye	İç Hastalıkları	T.Ü.T.F. İç Hastalıkları A.D.	E	E (H)	(E) H	
Öğretim. Gör. Uzm. Dr. Oktay KAYA Üye	Fizyoloji	T.Ü.T.F. Fizyoloji A.D.	E	E (H)	(E) H	
Doç. Dr. Cafer Sadık ZORKUN Üye	Kardiyoloji	T.Ü.T.F. Kardiyoloji A.D.	E	E (H)	(E) H	
Prof. Dr. Muzaffer ESKİOCAK Üye	Halk Sağlığı	T.Ü.T.F. Halk Sağlığı A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Niyazi Cenk SAYIN Üye	Kadın Hastalıkları ve Doğum	T.Ü.T.F. Kadın Hastalıkları ve Doğum A.D.	E	E H	E H	
Yrd. Doç. Dr. Esin KARLIKAYA Üye	Tıp Tarihi ve Etik	T.Ü.T.F. Tıp Tarihi ve Etik A.D.	K	E H	E H	
Doç. Dr. Sevtap HEKİMOĞLU ŞAHİN Üye	Anestezi ve Reanimasyon	T.Ü.T.F. Anestezi ve Reanimasyon A.D.	K	E H	E H	
Prof. Dr. Atakan SEZER Üye	Genel Cerrahi	T.Ü.T.F. Genel Cerrahi A.D.	E	E (H)	(E) H	
Avukat Baki KURNAZ Üye		T.Ü. Rektörlüğü	E	E H	E H	
Emekli Öğretmen Sinan SEÇKİN Üye		Serbest Üye	E	E H	E H	

*Araştırma ile ilişki
**Toplantıda Bulunma

Prof. Dr. Ahmet TEZEL
Dekan
Dekan Yrd.

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

Endodonti anabilim dalında yürütülen “Kalsiyum Hidroksitin Eğimli Kök Kanallarında Kırık Eğe Varlığında Periapikal pH Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi” başlıklı tez için akademik intihal engelleme programında yapılan tarama sonucunda elde edilen benzerlik oranları aşağıdadır.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz. 06/05/2019

Öğrenci Adı-Soyadı

İmza

Rezan SUNGUR GÜZEL

Danışman Adı Soyadı

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Burhan Can ÇANAKÇI

BENZERLİK ORANLARI: %6

Ek: İntihal Tespit Program Çıktısı

Kalsiyum Hidroksitin Eğimli Kök Kanallarında Kırık Eğe Varlığında Periapikal pH Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

ORIJINALLIK RAPORU

%6

BENZERLIK ENDEKSİ

%5

İNTERNET
KAYNAKLARI

%5

YAYINLAR

%2

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BIRINCIL KAYNAKLAR

1

www.istanbulsaglik.gov.tr

İnternet Kaynağı

%1

2

www.escolesminguella.org

İnternet Kaynağı

%1

3

www.tard.org.tr

İnternet Kaynağı

%1

4

www.tod.org.tr

İnternet Kaynağı

<%1

5

Ahmet ÖZKAĞNICI, Mine TOKGÖZ.

"Assessment of Macula and Retinal Nerve Fiber Layer Thickness with Optical Coherence Tomography in Myopia", *Turkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 2012

Yayın

<%1

6

endodontisempozyum.org

İnternet Kaynağı

<%1

7

halksagligiokulu.org

İnternet Kaynağı

<%1



Dijital Makbuz

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Rezan Sungur Güzel
Ödev başlığı: Kalsiyum Hidroksitin Eğimli Kök Kan..
Gönderi Başlığı: Kalsiyum Hidroksitin Eğimli Kök Kan..
Dosya adı: turnitin_i_in_tez.pdf
Dosya boyutu: 1.41M
Sayfa sayısı: 48
Kelime sayısı: 10,751
Karakter sayısı: 63,095
Gönderim Tarihi: 06-May-2019 06:25PM (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 1125796609

KALSİYUM HİDROKSİTİN EĞİMLİ KÖK KANALLARINDA KIRIK EĞE VARLIĞINDA PERİAPİKAL pH ÜZERİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, farklı boyutlarda kırık nikel titanyum döner ege bulunan eğimli kök kanallarında, kalsiyum hidroksitin intrakanal ilaç olarak neden olduğu periapikal pH seviyelerini zamana göre değerlendirmektir.

Çalışmamızda 120 adet yeni çekilmiş insan mandibular ve maksiller birinci molar dişleri kullanıldı. Grup 1 ve 2'de kök apikalinde sırasıyla 2 ve 4 mm uzunluklarında nikel titanyum döner eğeleri kırıldı. Grup 3, 4, 5 ve 6'da kırık ege yoktur. İntrakanal ilaç olarak Grup 1, 2, 3 ve 4'teki kök kanallarına kalsiyum hidroksit yerleştirildi. Örnekler, distile su içeren deney tüplerine konuldu. 1, 24 ve 48 saat, 7, 14 ve 30 gün sonunda pH ölçümleri yapıldı.

1. saatte, Grup 1, 2, 3 ve 4'ten elde edilen pH değerleri arasında istatistiksel olarak fark yok iken ($p>0.05$), Grup 5 ve 6'daki değerler bu gruptan anlamlı derecede düşüktü ($p<0.001$). 24. saatte, Grup 2'deki pH değerleri Grup 1 ve 4'ten istatistiksel olarak daha yüksekti ($p<0.05$). 48. saatte ve 30. günde, Grup 1'e ait değerler, Grup 3'e göre istatistiksel olarak düşüktü ($p<0.05$). 7. ve 14. günlerde, genel olarak, deney gruplarına ait pH değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0.05$).

Bu çalışmanın sonuçlarına göre şiddetli eğimli kök kanallarında, intrakanal ilaç olarak kalsiyum hidroksitin alkali etkisi, kırık egeinin varlığından etkilenmez.

Anahtar kelimeler: Kalsiyum hidroksit, periapikal pH, kırık ege, eğimli kök kanalları.