

**T. C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ**

**FARKLI SÜRELERDE MİNİ VİDA İLE
TİPPİNG UYGULAMASI SONRASI
PREMOLAR KÖK YÜZEYİNDEKİ DEĞİŞİKLİKLERİN
MİKRO BT İLE İNCELENMESİ**

Özge ÇELİK

**İnönü Üniversitesi
Ortodonti Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Sıddık MALKOÇ**

Bu araştırma 3001 – TÜBİTAK - Başlangıç AR-GE Projeleri Destekleme Programı tarafından
114S936 Proje numarası ile desteklenmiştir.

MALATYA

2016

KABUL VE ONAY SAYFASI



İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜRLER.....	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
TABLO DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Periodonsiyum.....	4
2.1.1. Alveoler Kemik.....	4
2.1.2. Periodontal Ligament.....	5
2.1.3. Sementin Yapısı.....	5
2.2. Ortodontik Diş Hareketi.....	6
2.3. Kök Rezorpsiyonu.....	7
2.3.1. Kök Rezorpsiyonunun Sınıflandırılması.....	8
2.3.2. Ortodontik Olarak İndüklenmiş İltihabi Kök Rezorpsiyonu.....	9
2.3.3. Kök Rezorpsiyonunun Mekanizması.....	10
2.4. Tamir süreci.....	11
2.5. Kök Rezorpsiyonunun Tanı ve Ölçüm Yöntemleri.....	13
2.5.1. Radyografi.....	13
2.5.2. Seri Kesit ve Işık Mikroskobu.....	14
2.5.3. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM).....	14
2.5.4. Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro BT).....	15
2.6. Ortodontide Ankraj.....	18
2.7. Mini Vidalar.....	18
2.7.1. Mini Vida Uygulanan Bölgeler.....	21
2.7.2. Mini Vida Endikasyonları.....	21
2.7.2.1. Mini Vida ile Çekim Boşluğunun Kapatılması.....	22
2.7.3. Mini Vida Ankrajının Avantajları.....	23
2.7.4. Mini Vida Ankrajının Dezavantajları.....	24
2.7.5. İmplant Stabilesini Etkileyen Faktörler.....	24
2.7.6. İmplant Başarısını Etkileyen Faktörler.....	24

2.7.7. Mini Vida Uygulamalarında Oluşabilecek Komplikasyonlar.....	25
2.7.7.1. Komşu Organlara Yakınlık ve Kök Hasarı.....	31
2.7.7.2. Mini Vida ve Kök Hasarı ile İlgili Çalışmalar.....	35
3. MATERYAL ve METOT.....	42
3.1. Çalışma Gruplarının Oluşturulması.....	42
3.2. Deney Gruplarının Tanımlanması.....	44
3.3. Klinik Uygulama.....	48
3.4. Dişlerin Çekimi.....	50
3.5. Üç Boyutlu Kök Yüzey İncelemesi.....	51
3.6. Mikro BT Görüntülerinin Analize Hazırlanması.....	52
3.7. Mikro BT Görüntülerinin Analizi.....	53
3.8. İstatistiksel Yöntem.....	61
4. BULGULAR.....	62
4.1. Deney ve Kontrol Gruplarının Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Açısından Karşılaştırılması.....	62
4.2. Deney ve Kontrol Gruplarının Bölgelere Göre Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Yönünden Karşılaştırılması.....	64
4.2.1. M1d, M2d ve M3d Gruplarının Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Yönünden Karşılaştırılması.....	67
4.2.2. M1k, M2k ve M3k Gruplarının Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Yönünden Karşılaştırılması.....	69
4.2.3. S1d, S2d ve S3d Gruplarının Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Yönünden Karşılaştırılması.....	71
4.2.4. S1k, S2k ve S3k Gruplarının Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Yönünden Karşılaştırılması.....	73
4.2.5. M1d ve S1d Gruplarının Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Yönünden Karşılaştırılması.....	75
4.2.6. M2d ve S2d Gruplarının Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Yönünden Karşılaştırılması.....	77
4.2.7. M3d ve S3d Gruplarının Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Yönünden Karşılaştırılması.....	79
4.2.8. M1k ve S1k Gruplarının Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Yönünden Karşılaştırılması.....	81
4.2.9. M2k ve S2k Gruplarının Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Yönünden Karşılaştırılması.....	83

4.2.10. M3k ve S3k Gruplarının Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Yönünden Karşılaştırılması.....	85
4.3. Grupların Toplam Hacim ve Sayı Açısından Karşılaştırılması.....	87
4.4. Bölgelerin Hacim ve Sayı Yönünden Karşılaştırılması.....	89
4.5. Rezorpsiyon Kraterlerinin Görsel Değerlendirmesi.....	91
5. TARTIŞMA.....	93
5.1. Sonuçların Değerlendirilmesi.....	100
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	108
KAYNAKLAR.....	109
EKLER.....	121
Ek.1. Özgeçmiş.....	121
Ek.2. Etik kurul onayı.....	122
Ek.3. Hasta onam formu.....	125
Ek.4. Proje Onayı.....	126

TEŞEKKÜRLER

Tezimizin konusunun belirlenmesinde, araştırma aşamasında ve tamamlanmasında destek olan, vizyonu ile yol gösteren, her zaman yanımda olan, bana inanan, motivasyonumu artıran, yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerini paylaşan değerli hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Sıddık MALKOÇ'a,

Ortodonti eğitim sürecinde teorik ve pratik bilgi ve deneyimlerini aktaran, yardım ve desteklerini esirgemeyen Anabilim Dalımızın değerli öğretim üyelerine,

Tıp Fakültesi Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Saim YOLOĞLU'na,

Bölümümüzde birlikte çalıştığım yardımcı personel arkadaşlarıma, teknisyen arkadaşlarıma, sekreter arkadaşlarıma ve araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Tezimin gerçekleşmesinde 114S936 numaralı proje ile maddi destek sağlayan TÜBİTAK'a,

Hayatımın her döneminde bana örnek olan, yön gösteren, sonsuz sevgi veren, destek olan, sabrını esirgemeyen, her kararımda bana güvenen ve sonuna kadar destekleyen canım aileme,

Teşekkür Ederim.

ÖZET

FARKLI SÜRELERDE MİNİ VİDA İLE TİPPİNG UYGULAMASI SONRASI PREMOLAR KÖK YÜZEYİNDEKİ DEĞİŞİKLİKLERİN MİKRO BT İLE İNCELENMESİ

Amaç: Bu prospektif klinik çalışmanın amacı mini vidalarla temasa geçecek şekilde hareket ettirilen birinci premolar dişlerin köklerinde oluşan rezorpsiyon kraterlerinin hacmini üç boyutlu olarak değerlendirerek ölçmek ve rezorpsiyon sonrası 4, 8 ve 12 haftalık tamir süreci hakkında bilgi edinmektir.

Materyal ve Metot: Çalışmaya rutin ortodontik sabit aparey tedavisi uygulanacak ve tedavi planında çift taraflı üst 1. premolar diş çekimi gereken 42 hasta dahil edildi. Hastaların üst 1. premolar dişine 0.017’’x.025’’ TMA kantilever springler yerleştirilerek 150 g kuvvet uygulayacak şekilde aktive edildi ve distal interradiküler sahaya 1,5 mm çap ve 8 mm uzunluğundaki mini vidalar uygulandı. Her bireyin sağ segmentteki dişi mini vida uygulamasından 4. hafta sonra çekildi. Sol segmentteki diş için ilk 4 haftalık uygulama aynı olup mini vida ile kök teması sonrasındaki tamir sürecini araştırmak için 4, 8 ve 12. haftalarda diş çekimi yapıldı. İlk üç grupta mini vida (etken) uzaklaştırıldıktan sonra, diğer üç grupta ise spring (kuvvet) uzaklaştırıldıktan sonra tamir sürecine geçilerek tamir sürecine etkenin ve kuvvet uygulamasının etkisi araştırıldı. Süreç sonunda premolar dişlerin kök yüzeylerindeki rezorpsiyon kraterlerinin incelemesinde SkyScan 1172 Mikro BT cihazı ve CTAn 1.15.4.0 programı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Kruskal-Wallis tek yönlü varyans analizi ve Bonferroni düzeltmeli Mann-Whitney U testi ile değerlendirildi.

Bulgular: Rezorpsiyon krater hacmi değerlendirildiğinde 4 haftalık retansiyon döneminde kontrol grubuna göre deney grubunda daha fazla hacim ölçüldü. Tamir süreci kuvvetin elimine edildiği gruplarda, 8 haftadan sonra artmıştır. Etkenin elimine edildiği gruplarda 4 haftalık retansiyon dönemi sonuçları 8 ve 12 haftadaki değerlerden daha fazladır.

Sonuçlar: Mini vida ile kök hasarı oluşturulduktan sonra, kök yüzeyinde meydana gelen rezorpsiyon kraterlerinin tamiri esnasında etken ve kuvvet eliminasyonu karşılaştırıldığında, tamir mekanizmasının daha etkili gerçekleşebilmesi için kuvvet eliminasyonu daha uygundur. Rezorpsiyon kraterlerinin tamamen iyileşmesi için 12 haftalık retansiyon dönemi yeterli değildir.

Anahtar kelimeler: Kök rezorpsiyonu, mini vida, mikro bilgisayarlı tomografi.

ABSTRACT

EVALUATION OF THE CHANGES OF ROOT SURFACE OF THE PREMOLARS THAT ARE IN CONTACT WITH MINISCREW BY MICRO COMPUTED TOMOGRAPHY

Aim: The purpose of this prospective clinical study was to determine the three-dimensional resorption volumes that occurred in the root surface of upper first premolars which were moved to directly contact the miniscrews, and to learn about the repair process after different retention periods (4, 8, 12 weeks).

Materials and Method: Forty two patients who were treated with routine orthodontic fixed appliance and whose orthodontic treatment plan required bilateral first premolar tooth extraction were included in this study. Upper first premolars were inserted 0.017''x.025'' TMA cantilever springs which applied 150 g force and 1,5 mm diameter, 8 mm long miniscrews were placed in the distal interradicular region. Right first premolars of all patients were extracted after 4 weeks of mini screw insertion. The first 4 weeks of the application was same for left first premolars and for investigating repair process tooth was extracted by the 4th, 8th and 12th weeks of retention periods. Repair process was monitored for searching the effect of factor and force application on retention period after mini screw (factor) removal in the first three groups and after spring (force) removal in the other three groups. At the end of the process, resorption craters of premolar root surface were examined with SkyScan 1172 Micro CT and CTAn 1.15.4.0 programme. Kruskal-Wallis one-way analysis of variance and Mann-Whitney U test were conducted as the post hoc test after Bonferroni correction was used for statistical assessment.

Results: With respect to resorption crater volume evaluation, retention period of 4 weeks more volume were measured in the experimental group than in the control group. In the group of force elimination, repair process have increased after 8 weeks. In the groups of factor elimination, the results of 4 weeks retention were more than 8 and 12 weeks.

Conclusions: After contact damage of root with miniscrew, during the repair of resorption craters, force elimination is more effective for more effective realization of repair mechanisms than factor elimination. For complete repair of resorption craters, 12 weeks of retention period is not enough.

Keywords: Root resorption, miniscrew, Micro computed tomography.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ark.	: Arkadaşları
BMP	: Bit Map Picture
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
CCD	: Charge Coupled Device
DICOM	: Digital Imaging and Communications in Medicine
EAKR	: Eksternal Apikal Kök Rezorpsiyonu
KİBT	: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
Mann-U	: Mann-Whitney U testi
OOİİKR	: Ortodontik Olarak İndüklenmiş Kök Rezorpsiyonu
OPG	: Osteoprotegerin
PDL	: Periodontal Ligament
pH	: Power of Hydrogen (Hidrojenin gücü)
RANK	: Nükleer Faktör Kappa B Reseptör Aktivatörü
SEM	: Taramalı Elektron Mikroskobu
SPSS	: Statistical Package for Social Sciences
TIF	: Tagged Image File
TRAP	: Tartarata Rezistan Asit Fosfataz

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.2.1. Mikro BT ile taranan bir obje	16
Şekil 3.3.1. M1, M2 ve M3 deney ve kontrol gruplarının çalışma tasarımı	46
Şekil.3.3.2. S1, S2, S3 deney ve kontrol gruplarının çalışma tasarımı	47
Şekil.3.3.3. Spring ve mini vida uygulanan hastanın ağız içi fotoğrafları.....	49
Şekil.3.3.4. Uygulama sonrası alınan periapikal radyografiler.....	50
Şekil.3.3.5. Uygulamadan 4 hafta sonra alınan periaikal radyografiler	50
Şekil.3.3.6. Çekilmiş sağ ve sol diş örnekleri	51
Şekil.3.3.7. Taramalar için kullanılan Skyscan 1172 Mikro BT sistemi	52
Şekil 3.3.8. NRecon 1.6.9.4 (Skyscan, Kontich, Belgium) programında görüntünün analize hazırlanması.....	53
Şekil.3.3.9. Dataviewer 1.5.2 64 bit (Skyscan, Kontich, Belgium) programı ile konumsal hataların giderilmesi	54
Şekil.3.3.10. CTAn 1.15.4.0 (SkyScan, Kontich, Belgium) programı ile inceleme alanı sınırlandırılması	54
Şekil.3.3.11. Bölgelerin tanımlanması.....	56
Şekil.3.3.12. Bölgesel ayrıştırma (Region of Interest)	57
Şekil.3.3.13. Bölgesel ayrıştırma (Region of Interest)	57
Şekil.3.3.14. Bölgesel ayrıştırma (Region of Interest)	58
Şekil.3.3.15. Bölgesel ayrıştırma (Region of Interest)	58
Şekil 4.1. Grupların görsel değerlendirmesi	92

TABLO DİZİNİ

Tablo 3.1 Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş dağılımı	43
Tablo 3.2 Çalışma tasarımı	45
Tablo 3.3 Klinik uygulamada kullanılan malzemeler	48
Tablo 4.1 Deney ve kontrol gruplarındaki toplam hacim dağılımının karşılaştırılması .	63
Tablo 4.2 Deney ve kontrol gruplarındaki toplam sayı dağılımının karşılaştırılması	63
Tablo 4.3 Deney ve kontrol gruplarının rezorpsiyon krater hacim dağılımı	65
Tablo 4.4 Deney ve kontrol gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması	66
Tablo 4.5 M1d, M2d ve M3d gruplarının rezorpsiyon krater hacmi yönünden karşılaştırılması	68
Tablo 4.6 M1d, M2d ve M3d gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması	68
Tablo 4.7 M1k, M2k ve M3k gruplarının rezorpsiyon krater hacmi yönünden karşılaştırılması	70
Tablo 4.8 M1k, M2k ve M3k gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması	70
Tablo 4.9 S1d, S2d ve S3d gruplarının rezorpsiyon krater hacmi yönünden karşılaştırılması	72
Tablo 4.10 S1d, S2d ve S3d gruplarının rezorpsiyon kraterleri sayısı yönünden karşılaştırılması	72
Tablo 4.11 S1k, S2k ve S3k gruplarının rezorpsiyon krater hacmi yönünden karşılaştırılması	74
Tablo 4.12 S1k, S2k ve S3k gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması	74
Tablo 4.13 M1d ve S1d gruplarının rezorpsiyon krater hacmi yönünden karşılaştırılması	76
Tablo 4.14 M1d ve S1d gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması	76
Tablo 4.15 M2d ve S2d gruplarının rezorpsiyon krater hacmi yönünden karşılaştırılması	78
Tablo 4.16 M2d ve S2d gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması	78
Tablo 4.17 M3d ve S3d gruplarının rezorpsiyon krater hacmi yönünden karşılaştırılması	80

Tablo 4.18 M3d ve S3d gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması.....	80
Tablo 4.19 M1k ve S1k gruplarının rezorpsiyon krater hacmi yönünden karşılaştırılması.....	82
Tablo 4.20 M1k ve S1k gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması	82
Tablo 4.21 M2k ve S2k gruplarının rezorpsiyon krater hacmi yönünden karşılaştırılması.....	84
Tablo 4.22 M2k ve S2k gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması.....	84
Tablo 4.23 M3k ve S3k gruplarının rezorpsiyon krater hacmi yönünden karşılaştırılması.....	86
Tablo 4.24 M3k ve S3k gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması.....	86
Tablo 4.25 Deney gruplarının toplam hacim ve sayı açısından karşılaştırılması	88
Tablo 4.26 Kontrol Gruplarının toplam hacim ve sayı açısından karşılaştırılması	89
Tablo 4.27 Bölgelerin hacim yönünden karşılaştırılması	90
Tablo 4.28 Bölgelerin sayı yönünden karşılaştırılması	90
Tablo 4.29 Hacim yönünden servikal-orta-apikal bölgelerin karşılaştırması.....	91
Tablo 4.30 Sayı yönünden servikal-orta-apikal bölgelerin karşılaştırması	91

1. GİRİŞ

Ankraj, istenmeyen diş hareketine karşı dirençtir. Son yıllarda mini vidalar, çağdaş ortodontik uygulamalarda diş hareketinde ankraj amaçlı kullanılmakta ve oldukça faydalı sonuçlar elde edilmektedir. Mini vidalar geleneksel ortodontik ankraj yöntemlerine göre iyi bir alternatif oluşturmaktadır (1).

Geleneksel klinik uygulamalarda ortodontistler ankraj kontrolünü sağlamak için dişleri, ağız içi ve ağız dışı apareyleri kullanmaktadır. Ortodontik mini vidalar, ağız içinde farklı bölgeleri ankraj amacıyla kullanmamızı sağlar.

Newton'un 3. yasası olan etki-tepki prensibine göre, her etkinin eşit ve zıt bir tepkisi vardır. Bu tepki kuvveti, istenmeyen diş hareketine yol açmaktadır. Ankraj kontrolü için mekanik sistem yetersiz kurulursa, destek ünitenin ankraj kaybına yol açarak ark içi ve arklar arası dizilim problemlerine neden olmaktadır. Ayrıca; özellikle ankraj amaçlı kullanılacak dişsel elemanların yetersiz olması veya etrafındaki kemiğin zayıf yapıda olması, ağız dışı apareylerin kullanımının pratik olmaması ve hasta kooperasyonunun yetersiz olması mini vidaları gereklilik haline getirmektedir.

Ortodontik mini vidalar; intrüzyon, ekstrüzyon, distalizasyon, mezializasyon, dişlerin eksen eğimlerinin düzeltilmesi, anterior dişlerin retraksiyonu gibi diş hareketlerini sağlamanın yanında okluzal düzlemdeki eğimin düzeltilmesi, ortopedik kuvvet uygulanması gibi birçok klinik uygulamada kullanılmaktadır. Hastada birçok kemiksel alana yerleştirilebilmesi ve komplike cerrahi işlem gerektirmeden tek seansta uygulanıp kuvvet yükleme şansı klinik uygulamalarda avantaj sağlamaktadır.

Mini vida kullanımıyla ilgili potansiyel komplikasyonlardan biri kök hasarıdır (2). Mini vidanın uygun olmayan bölgeye yerleştirilmesi, yükleme sonrası mini vidanın hareketi, uygulama sırasında yerleştirme açısının değişmesi, kök şeklindeki anatomik varyasyonlar ve tedavi sırasında vidanın kökle temasa geçmesi gibi durumlar neticesinde kök hasarı oluşmaktadır. Ayrıca, mini vidaların tamamen stabil olmadığı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (3). Uygulanan kuvvetin tipi ve yönü, uygulanan periyod, kemik kalitesi, yerleştirme sahasının kalitesi gibi birçok faktör mini vida stabilitesinde önemli role sahiptir. Stabil olmayan mini vidalar kök hasarına yol açabilmektedir.

Mini vidanın diş köküne teması sonucunda dentin ve sement tabakasında rezorpsiyon meydana gelmektedir. Mini vida ile temas eden kök yüzeylerinin incelenmesinde hayvan ve insan deneyleri yapılmıştır.

Kadioğlu ve ark.'nın (4) yaptığı klinik çalışmada, dişte meydana gelen hasar çok değilse metabolizmanın iyileşme potansiyeli sayesinde rezorbe köklerin sekonder sement ile tamir edildiği ve klinik olarak herhangi bir belirti vermediği belirtilmiştir. Ahmed ve ark.'nın (2) yaptıkları klinik araştırmanın histolojik bulgularına göre, mini vidanın kök yüzeyinde oluşturduğu hasar sonrası zamana bağlı olarak sementte iyileşme olduğu tespit edilmiştir.

Chen SSH ve ark. (5), yaptıkları hayvan çalışmasındaki histolojik gözlemlerinde, kök tamirinin rezorpsiyon lakn boyunca sementoblast hattıyla en erken 3 hafta sonra izlendiğini kaydetmişlerdir. Kök hasarı fazlaysa lezyonun alveoler kemikle dolduğunu böylece alveoler kemik hattının hasarlı kök yüzeyini takip ettiğini belirtmişlerdir. Ancak bazı araştırmacılar, çalışmalarında mini vidanın köke teması sonucu dişin devital olduğu ve rezorbe olan köklerin ankiloze olduğunu ileri sürmüşlerdir (6). Mini vida ile temas eden kök yüzeyi varlığında vidanın hemen çıkarılması durumunda ağrı, renklenme, vitalite kaybı ya da ankiloz gibi bir semptomun izlenmediğini bildiren klinik çalışma da mevcuttur (7).

Dao ve ark.'nın (8) hayvan model üzerinde titanyum vidalar ile sement ve dentinde hasar oluşturdukları histomorfolojik çalışmaya göre, 12 haftada pulpal nekroz veya enflamasyon izlenmemiştir. Her hasarlı sahada sement rejenerasyonu izlenmiş olup, kök kırığı meydana gelen dişlerde ankiloz meydana geldiği sonucuna varmışlardır.

Geçmişten günümüze kök rezorpsiyonunun değerlendirilmesinde birçok yöntem kullanılmıştır. Mikro bilgisayarlı tomografi; kök rezorpsiyonunun değerlendirmesinde kullanılan, yenilikçi ve gelişime açık bir yöntemdir. Bu tarama yöntemi ile diş yapısına herhangi bir zarar vermeden dişteki rezorpsiyon alanları hakkında bilgi edinilebilmektedir (9). Böylece aynı örnekler farklı biyolojik ve mekanik testler için tekrar kullanılabilir. Yapılan literatür incelememizde, kök yüzeylerini ve çevreleyen dokuları üç boyutlu incelemek için kullanılan mikro bilgisayarlı görüntüleme tekniği ile yapılan yeterli çalışma olmadığı tespit edilmiştir. Geçmişte, diş yapısının incelenmesi için iki boyutlu histolojik kesitlerin değerlendirilmesi ile yapılan

histomorfometri çalışmaları yapılmıştır. Fakat canlı sert dokularda trabeküler yapının değişiminin tam olarak anlaşılabilmesi için yapıların üç boyutlu olarak incelenmesi son derece önemlidir (10).

Amerikan Ortodonti Derneği'nin üyelerine 2008 yılında yaptıkları anket çalışmasına göre ankete katılanların % 80'i mini vidaları pratik uygulamalarında tercih ettiği bildirilmiştir (11). Hyde ve ark. (12), 2010 yılında Kuzeybatı Amerika'da yaptıkları ankette % 91 oranında mini vida kullanımı olduğu sonucuna varmışlardır. Bu çalışmada ayrıca mini vida komplikasyonlarından kök hasarının % 7 oranında izlendiği dikkat çekmektedir. Meeran ve ark. (13) tarafından 2014 yılında İran'da yapılan anket çalışmasında, katılımcılardan % 43,7 oranında tedavilerinde mini vida kullanım oranı ve % 4 oranında kök hasarına yol açan mini vida komplikasyonu olduğu sonucu çıkmıştır.

Klinik uygulamalarda mini vida ve kök temasının meydana geldiği tespit edildiğinde ne yapılması gerektiği hakkında literatürde bilgi eksikliği olduğu dikkat çekmektedir. Bu çalışmanın amacı, farklı zaman dilimlerinde (4, 8, 12 haftalık) üst birinci premolar dişlerin kökleriyle direkt temasa geçecek şekilde hareket ettirilen dişlerde; mini vidaların, kök yüzeyinde oluşturduğu rezorpsiyon hacimlerini üç boyutlu olarak ölçmek, rezorpsiyon sonrası tamir süreci hakkında bilgi edinmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Periodonsiyum

Dişin destek dokularının tümüne periodonsiyum denir. Periodonsiyum; alveoler kemik, sement, periodontal ligament ve dişeti dokusundan oluşmaktadır.

2.1.1. Alveoler Kemik

Kemik, vücuda yapısal destek sağlayan dokudur. Alveol kemiği vücudun diğer kemikleri ile benzer yapıdadır. Başlıca görevi dişleri destelemek olup, dişlerin kaybindan sonra rezorbe olur. Fonksiyon sırasında oluşan kuvvetler periodontal membran aracılığıyla kemiğe iletilir ve buradan absorbe edilerek dağıtılır. Alveol kemiğin dış kısmı kortikal özelliktedir. En dışta kolajen lifler, osteoblast ve osteoklastlardan oluşan periost vardır. Periost ile kortikal kısım arasında mineralize olmamış osteoid doku vardır. Alveol kemiği oldukça yüksek adaptasyon özelliğine sahip aktif bir dokudur.

Kemik dokusu hücreler ve ekstrasellüler matriksten oluşmaktadır. Ekstrasellüler matriks; % 65 inorganik tuzlar, % 35 organik maddeden oluşmaktadır. Organik kısımda; tip I kolajen (% 90), osteonektin, proteoglikanlar, glukozaminoglikanlar, yağ dokusu, büyüme faktörleri ve sitokinler bulunmaktadır.

Osteoblast, osteoklast ve osteosit olmak üzere 3 farklı kemik hücresi vardır. Osteoblastlar kemik dokusundaki ekstrasellüler matriks yapısını sentezlemekle görevlidir. Osteoid doku mineralize olduğunda kemik dokusu içerisindeki osteosit hücrelerine dönüşür. Osteositler kemik dokusu içerisinde lakünalarda bulunur. Osteoblastlara göre daha küçük boyutta ve hücresel aktivitesi daha düşüktür. Kemiğin remodelasyonunda rol alır. Kemik dokusunda rezorpsiyon meydana geldiğinde yeniden aktif osteoblastlara dönüşerek apozisyonda görev alır. Osteoklastlar, çok çekirdekli dev hücrelerdir. Öncül hücrelerden farklılaşarak, kemik yüzeyinde aktif rezorpsiyon bölgelerindeki Hawship lakünaları içerisine yerleşir. Bu alanda ortama hidrojen iyonu salarak pH'ı düşürür ve böylece kemiğin inorganik yapısı yıkıma uğrar (14).

2.1.2. Periodontal Ligament

Periodontal ligament, sement ve alveoler kemik dokusu arasındaki özel bir bağ dokudur. Periodontal ligament genişliği 0,15-0,38 mm arasında değişmektedir ve en ince olduğu yer orta üçlüdür. Yaşla beraber kalınlığı artmaktadır. Periodontal ligamentin en önemli fonksiyonu, soket içerisinde dişi desteklemektir. Propriosepsiyon için duyu reseptörü olarak görev yapması, çiğneme sırasında kuvvet absorpsiyonunu ve dokuda homeostazis, onarım ve rejenerasyonu sağlaması diğer fonksiyonlarıdır. Periodontal ligament kolagenleri tip I, III ve XII kolajenden oluşmaktadır. Periodontal ligamentte kolajenöz yapıda ve demetler halinde düzenlenmiş olan liflere temel lifler denir. Temel liflerin sement ve kemiğe gömülen uç kısımlarına Sharpey lifleri denir. Periodontal ligamentin temel lifleri 6 grup içinde yer alır: transeptal grup, alveoler kret grubu, horizontal grup, oblik grup, apikal grup ve interradyiküler grup. Alveoler kemik ve semente gömülü haldeki Sharpey lifleri, hücresel sement ve kemiğin periferinde kısmen mineralize halde ve primer hücresel sementte tamamen mineralize haldedir (15).

Periodontal ligamentin beslenmesi; kök ucu damarları, interseptal arterler ve marjinal grup damarlardan sağlanmaktadır. Periodontal ligamentteki sinir lifleri apikal bölgeden gingival marjine doğru ilerlemektedir.

Periodontal ligamentte fibroblast, epitelyal hücre, diferansiye olmamış mezenşimal hücre, kemik ve sement hücreleri bulunmaktadır. Fibroblastlar ana lifler boyunca uzanır, yüksek oranda protein turnoverı yaparak kolajen sentezi ve salınımını gerçekleştirir.

2.1.3. Sementin Yapısı

Dişi destekleyen dokular sırayla; gingiva, sement, periodontal ligament ve alveoler kemiktir. Sement tüm kök dentini yüzeyindeki sementoblastlar tarafından oluşturulan mineralize doku olarak 1853'te ilk defa tanımlanmıştır (16).

Sement, Hertwig'in epitel kınından oluşan dişin foliküler bağ dokusundan meydana gelmektedir (17). Sement, hücrelerin varlığı ve yokluğuna göre (hücreli ve hücresiz) ve kolajen kaynağına göre (ekstrinsik ve intrinsik) 4 farklı alt grupta sınıflandırılmıştır. Sementin kemikle benzerlikleri olmasına rağmen, daha fazla flor

içermesi, innervasyonunun olmaması, avasküler yapısı, genellikle çok az ya da hiç remodeling göstermemesi açısından farklıdır (18).

Sement, yaklaşık olarak % 45 mineralize inorganik materyal (hidroksiapatit kristalleri), % 33 organik materyal ve % 22 su içerir. Sement kalınlığı sement-mine birleşiminde 20-50 µm, kök apeksine doğru yaklaşık 150-200 µm'ye ulaşmaktadır. Hücresel sement yaşam boyu kalınlığını artırmaya devam etmektedir (19).

Sementin başlıca görevi, alveol içerisinde dişin ankrajını sağlamaktır. Hücresiz sement dişe periodontal ligament fibrilleriyle ankraj sağlarken, hücreli sement adaptasyon ve tamirden sorumludur. Sementin bir diğer fonksiyonu okluzal ilişkiyi sağlamaya yardımcı olmaktır. Dişlerin okluzal ve insizal yüzeylerindeki artan aşınma, dişin erüpsiyonu ve sementin depozisyonu ile kompanze olur. Yeni sementin depozisyonu ile kök apeksinde periodontal ligament boşluğundaki genişliğin sağlandığı düşünülmektedir. Sement hayat boyu depozisyona uğramasına rağmen, sement kalınlığı ve fonksiyonel kuvvetler arasında tahmin edilebilir bir korelasyon yoktur (20).

Sementte rezorpsiyona karşı direnç kemikten daha fazla ise ortodontik diş hareketi gerçekleşir (21). Kemik yapım-yıkım mekanizmasının yüksek oranda olması, komşu sementten daha yeni ve immatür dokuya sahip olduğunu gösterir. Bu sebeple sement, kimyasal değişikliklere kemikten daha dirençli olan yaşlı ve daha olgun kolajenle çevrilmiştir (22).

Damarlanması olmadığı için sement, fizyolojik değişiklikler karşısında kemik gibi mineral salınımı yapmaz (23). Sement üzerinde prementum tabakası nonmineralize bir tabaka olup odontoklastlar tarafından rezorbe edilmesi oldukça zordur. Bu sayede rezorpsiyona karşı kökü korumaktadır (24).

2.2. Ortodontik Diş Hareketi

Ortodontik diş hareketi; pulpa, periodontal ligament (PDL), alveoler kemik ve dişetini içeren diş ve diş çevresindeki dokulardaki remodeling değişiklikleriyle meydana gelmektedir (25).

Sanstedt, Oppenheim ve Schwarz (26, 27), ortodontik diş hareketinin klasik basınç-gerilim teorisini savunmuşlardır. Kuvvet dişe uygulandığında, kan akımının değiştiği PDL içinde basınç ve gerilim bölgeleri oluşur. PDL'nin vaskülarizasyonundaki

değişiklik inflamatuvar mediyatörler gibi anahtar moleküllerin lokal sentezi ve salınımıyla sonuçlanır. Basınç bölgesinde rezorpsiyon ve gerilim bölgesinde depozisyon için gerekli akut inflamatuvar yanıtı indükler (28).

Dişte hafif kuvvetlerle lamina duraya komşu osteoklastik hücreler, direkt rezorpsiyon (frontal) sürecinde kemiği uzaklaştırmaya başlar. Çok geçmeden diş hareketi başlar (29).

İndirekt (undermining) rezorpsiyon, kan damarlarını tıkayan ve PDL içindeki bölgelerin kan desteğini sonlandıran ağır kuvvetlerle meydana gelir. Steril nekroz olan hyalinizasyon bölgesi gelişir. Hyalinizasyon bölgesi meydana geldiğinde PDL'nin nekrotik alanıyla sınırlı kemik remodelingi, nekrotik dokuya komşu kemiğin altına hücum eden osteoklastlarca gerçekleştirilir. İndirekt rezorpsiyon, hasta için hem ağrıya hem de diş hareketinde gecikmeye yol açar (30, 31).

Daha etkili olan direkt rezorpsiyon, ortodontik diş hareketi sırasında daha çok istenir. Ancak pratikte hafif kuvvetler bile hyalinizasyon alanlarına yol açmakta ve direkt ve indirekt rezorpsiyon eşzamanlı izlenmektedir (32).

Kemik rezorpsiyonu bölgelerindeki osteoklastik hücreler, kökün dış sement tabakasında rezorpsiyona yol açar. Kemik ve sement benzer yapıda olmasına rağmen, rezorpsiyon sürecinde iki doku çok farklı tepkiler verir. Sement, kemiğe göre rezorpsiyona karşı çok daha dirençlidir (33). Sementin tamir kapasitesi aşılsa, kökte daimi kısalma meydana gelir (34).

2.3. Kök Rezorpsiyonu

Kök rezorpsiyonu, dentin, mineralize ve mineralize olmayan sementin aktif olarak uzaklaşmasını içeren fizyolojik ya da patolojik bir süreçtir. Fizyolojik kök rezorpsiyonu, süt dişlerinin düşmesi sırasında meydana gelir. Patolojik kök rezorpsiyonu, internal ya da eksternal kaynaklı olabilir. İnternal kök rezorpsiyonu, dentin ve pulpanın iç duvarını etkileyen ve pulpadaki hücrelerden köken alan bir süreçtir. Eksternal kök rezorpsiyonu periodonsiyumdan başlar, kökün dış ve lateral yüzeylerini etkiler (35).

Bates 1856'da travma sebebiyle daimi dişlerdeki kök rezorpsiyonunu ele almıştır. Ottolengui (36), 1914'te ortodontik tedaviyle kök rezorpsiyonunu

ilişkilendirmiştir. Ancak 1927’de Ketcham (37), ortodontik tedavi sonrası kök rezorpsiyonunu radyografik kanıtlarla ispatlamıştır. Bu süreçte, absorpsiyon ve rezorpsiyon terimleri apikal kökün kaybını tanımlamak için birbirini yerine kullanılmıştır. Becks ve Marshall (38), 1932’de dokuların yıkılması ve yıkım sonucu oluşan artıkların kan ve lenfatik dolaşım ile uzaklaştırılması sürecini, literatürde ‘rezorpsiyon’ terimi ile ifade etmişlerdir.

2.3.1. Kök Rezorpsiyonunun Sınıflandırılması

Andreasen (39), eksternal kök rezorpsiyonunu 3 çeşitte tanımlamıştır:

1. Yüzey rezorpsiyonu- sement ve bazen dentini içeren küçük bir yüzey alanında oluşan ve PDL’den göç eden hücrelerce oluşturulan sementle tamir olan rezorpsiyondur. Genellikle radyografik olarak saptanamaz.
2. İnflamatuar rezorpsiyon- başlangıç kök rezorpsiyonu enfekte pulpa dokusu dentin kanallarına ulaşmıştır.
3. Yer değiştirme rezorpsiyonu- kemik, rezorbe kök materyaliyle yer değiştirir ve sonraki süreçte ankilozla sonuçlanır.

Tronstad (38), 1988’de kök rezorpsiyonunu inflammatuar ve yer değiştirme rezorpsiyonu olarak sınıflandırmıştır. İnflamatuar rezorpsiyon, multinükleer hücreler tarafından kolonize edilen aşınmış sement bölgelerinin varlığında meydana gelir. İnflamatuar rezorpsiyon, geçici veya progresif olabilir. Geçici inflammatuar rezorpsiyon, genellikle radyografik olarak saptanamaz ve sement benzeri dokuyla kısa sürede tamir edilir (38).

Uzun süre rezorpsiyon stimülasyonu devam ederse, progresif inflammatuar rezorpsiyon meydana gelir ve kökteki değişiklik radyografik olarak izlenir. Yer değiştirme rezorpsiyonu, kök yüzeyinin aşınmış bölgelerine kemik formasyonunun ilerlemesiyle meydana gelir (ankiloz) ve radyografik olarak tespit edilebilir.

Ortodontik tedavide oluşan kök rezorpsiyonu, yüzey rezorpsiyonu ya da geçici inflammatuar rezorpsiyon olabilir. Yer değiştirme rezorpsiyonu ortodontik tedaviden sonra genelde izlenmemektedir (40).

Brezniak ve Wasserstein (41), periodontal hastalıkların oluşturduğu periapikal lezyon veya travmayla oluşan rezorpsiyondan farklı olarak rezorpsiyon tiplerini ayırt

etmek için ‘ortodontik olarak indüklenmiş iltihabi kök rezorpsiyonu’ (OOİKR) terimini önermişlerdir. OOİKR, şiddetine göre üçe ayrılmıştır:

- 1) Sement veya yüzey rezorpsiyonu ile yeniden şekillenme- sadece dış sement tabakası rezorbe olur ve sonra tamamen yenilenir.
- 2) Dentin rezorpsiyonu ile tamir- sement ve dentin tabakasının dış kısmında rezorpsiyon vardır ve sement materyaliyle tamir gerçekleşir. Bu süreç kökün orijinal şeklinde değişikliğe yol açabilir.
- 3) Sirkumferansiyel apikal kök rezorpsiyonu- kök apeksinin tüm sert dokularında rezorpsiyon olur. Bu geri dönüşümsüz olarak kökün kısalmasına yol açar. Keskin köşelerin remodelingi ve tamiri sement tabakasında meydana gelir.

2.3.2. Ortodontik Olarak İndüklenmiş İltihabi Kök Rezorpsiyonu

Kök rezorpsiyonu, genellikle diş kökünde daimi kısalmayla radyografilerde izlenir. Genelde, diş kökünün sement tabakası var oldukça rezorpsiyona uğramaz. Ancak dişe ortodontik kuvvet uygulandığında, bazen diş kökünün geri dönüşümsüz kısalmasına yol açmakta, sement ve dentin aşırı rezorpsiyona uğramaktadır (42).

Ortodontide kök rezorpsiyonu; literatürde apikal kök rezorpsiyonu, eksternal apikal kök rezorpsiyonu (EAKR) veya ortodontik olarak indüklenmiş iltihabi kök rezorpsiyonu (OOİKR) gibi birçok terimle ifade edilmiştir. Son zamanlarda kök rezorpsiyonu, mineralize sement ve dentinin aktif uzaklaştırılması olarak tanımlanmaktadır (43).

Radyografik olarak kök rezorpsiyonu izlenmediğinde, ortodontik diş hareketine maruz kalan dişin kök rezorpsiyonu sonrası tamire uğradığı kabul edilir. Kök rezorpsiyonunun klinik önemi, ortodontik tedaviye verilen bireysel cevaba ve biyolojik reaksiyona bağlıdır (44).

Brezniak ve Wasserstein (45), OOİKR’nin etiyolojik faktörlerini hastanın biyolojik durumu ve mekanik faktörler olarak sınıflandırmıştır. Biyolojik faktörler; genetik, ırk, yaş, cinsiyet, sistemik faktörler, beslenme, diş yaşı, kök morfolojisi, travma ve endodontik tedavi, malokluzyonun tipi, kemik densitesi ve bireysel farklılıktır. Mekanik faktörler; kuvvetin çeşidi, ortodontik hareketin tipi, ark teli seçimi, iki fazlı tedavi, tedavi süresi ve çekimli tedavidir.

2.3.3. Kök Rezorpsiyonunun Mekanizması

Ortodontik kuvvet uygulamasını takiben, PDL’de lokal enflamasyon ve aseptik nekroz alanlarına yol açan sıkışma bölgeleri meydana gelir. Bu nekrotik hyalinize alan kök rezorpsiyonuna yol açan zincir reaksiyonu başlatan anahtar bir role sahiptir. Bu hyalinize dokunun uzaklaştırılması komşu hasarlanmamış periodonsiyumdan hücre ve kan damarlarının invazyonu ile yürütülür. Bu durum alveoler kemiğin rezorpsiyonuyla sonuçlanır. Alveol kemiğin rezorpsiyonu, diş hareketinin gerçekleşmesine izin verir fakat ayrıca sementin uzaklaşmasına yol açar.

Rezorpsiyon sürecinde yer alan bu hücresel mekanizma, Brudvik ve Rygh (35, 46, 47) tarafından araştırılmıştır. Bu süreç, hyalinize doku uzaklaşana kadar devam eder ve PDL yeniden yapılandırılır. Uygulanan kuvvetin büyüklüğüne ve süresine bağlıdır.

Rygh (23), 20-25 gün sonra hyalinize dokunun eliminasyonunun tamamlandığını ileri sürmektedir. Ancak diğer çalışmalar, rezorpsiyon sürecinin 1 yıl kadar devam ettiğini belirtmektedir (48-50).

Hyalinize dokuların etrafında görülen ilk hücreler TRAP (tartarata rezistan asit fosfataz) negatif hücrelerdir (32). Bu mononükleer TRAP negatif hücreler, fagositik ve kollajenolitik aktivite ile hem mineralize hücresiz sement ve mineralize olmamış sementin yüzey tabakalarını hem de hyalinize dokunun periferindeki nekrotik dokuyu uzaklaştırır (51).

Sürecin 2. safhası, hyalinize alanın merkezini ortadan kaldıran mono- ve multinükleer TRAP pozitif hücreleri içerir. Bu hücrelerce, hasarlı ve hasarlı olmayan mineralize sementin rezorpsiyonu devam eder (47). Brudvik ve Rygh (51) ayrıca PDL’yle ilişkili ve mineralize olmamış sementin durumunun OO  KR gelişimi için önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Kök yüzeyini örten normal sement, PDL ve hücreler; rezorpsiyona karşı kök yüzeyini koruyan etkili kollajenaz inhibitörü içerir ve osteoklastik hücreler bu bariyere karşı gelirse ve kök yüzeyine ulaşırsa rezorpsiyon meydana gelir (32). Sementoblast tabakası hyalinize alanın uzaklaştırılması sırasında hasar görmeye başlar. Böylece, fazlaca mineralize alttaki doku rezorpsiyon hücrelerine maruz kalır (52).

Ortodontik kuvvet uygulanması ve aşırı basınç, sementin yüzeyel tabakasına zarar verebilir (41). Ortodontik kuvvet uygulandıktan sonra, rezorpsiyon lakünlerinin izlenmesi 10-35 gün sürer. Ancak, bu boyuttaki lakünler radyografik olarak tespit etmek için çok küçüktür (20, 21, 53). Kuvvet uygulamasını durdurduktan sonra, hyalinize nekrotik dokunun tamamı uzaklaştırılana kadar, TRAP pozitif hücreler tarafından kök rezorpsiyonu devam eder (32, 54, 55).

Son zamanlardaki çalışmalar osteoprotegerin (OPG), nükleer faktör kappa B reseptör aktivatörü (RANK) ve RANKL proteinlerinin fizyolojik ve ortodontik kök rezorpsiyonunun moleküler sürecinde yer aldığını göstermektedir. RANK, hem çözünmüş halde hem de membrana bağlı RANKL'nin bağlanmasıyla aktive olur. Bu etkileşim OPG tarafından bloke edilir (56, 57). PDL'nin basınç bölgesinde ortodontik diş hareketi boyunca RANKL ekspresyonu gerilim bölgesinde OPG sentezinin artmış olduğu durumda indüklenecektir (58). RANKL ve OPG arasındaki oranın ortodontik diş hareketi sırasındaki kök rezorpsiyonu süreci boyunca olduğu düşünülmektedir. RANKL'nin aşırı artışı ve OPG'nin azalması ciddi kök rezorpsiyonu olgularında gösterilmiştir (59).

2.4. Tamir süreci

Morfolojik olarak rezorpsiyon lakünlerinin tamir sürecinin; rezorpsiyon lakününün dış sınırı, tabanı (23) ve her yüzeyinden (60) başlayabileceği bildirilmiştir. Tamir süreci, kuvvetin kaldırılmasından yaklaşık iki hafta sonra hücreli sement tarafından hücresiz sementin yer değiştirmesiyle başlar (60).

Kemikte, lakünün tabanında apoptozise uğrayan osteoklastlarca osteoponin ve kemik sialoproteininden oluşan bir protein tabakası bırakılır. Bu tabaka sonra, kemik formasyonunda izlenen osteoblastlarla birlikte sement sınırı olarak izlenmektedir.

Bosshardt ve Schroeder'e (61) göre, odontoklastlar kraterin tabanında lakün yüzeyini tamamen temizlemektedir. BarKana ve ark. (62) tarafından tanımlanan özel bir sement ataşman proteini olan CAP, insan sementinde mineralize kök yüzeylerine yüksek bağlanma afinitesi göstermektedir. Bu proteinin, sementogenezis ve sementoblast iyileşmesindeki rolü araştırılmaktadır (63).

Bireysel farklılıklar, OOİKR'deki tamir sürecini karakterize etmektedir (64). Rezorpsiyon kraterlerindeki tamir, kuvvetin belli seviyenin altına düşmesi ya da sona ermesiyle başlamaktadır (23). Retansiyonun ilk haftasına kadar erken tamirin başladığı kaydedilmiştir (65). Tamir süreci özellikle retansiyonun ilk 4 haftasında zamana bağlı olarak artmaktadır (48, 49). Ancak 5. ve 6. haftalarda tamir yavaşlamakta ve kararlı bir hal almaktadır (66).

Brudvik ve Rygh (55), basınç bölgesindeki hyalinize alandaki aktif rezorpsiyon devam ederken PDL'nin yeniden yapılandığı rezorpsiyon lakününde periferden başlayan tamir sürecini tanımlamışlardır. Dış hareketinden 10 gün sonra multinükleer rezorpsiyon hücreleri ve fibroblast benzeri hücrelerden salınan kolajen aynı rezorpsiyon lakününü işgal eder. Fibroblastlar, lakünleri ele geçirir ve bu rezorpsiyonun tamire geçtiğini gösterir (54).

Kuvvetin kaldırılmasından yaklaşık 2 hafta sonra, tamirin farklı safhaları kök dentininin fibrille kaplanması veya yeni sementin oluşumuyla izlenebilir. Üç haftaya kadar mineralize sement rezorpsiyon lakününü doldurur ve PDL ataşmanı onarılır.

Işık mikroskobu çalışmaları, rezorbe bölgelerin dış sınırında, aktif kuvvet varlığında rezorpsiyon lakünlerinin tamirinin oluşabileceğini göstermektedir (47, 54). Bunun aksine Barber ve Sims (48), rezorpsiyon kavitesinin merkezinden dışarıya doğru ilerleyen tamiri savunmuşlardır. Owman-Moll ve Kurol (67) ise nadiren lateral duvarlara genişleyen tamir sementiyle rezorpsiyon kavitesinin tabanında başlayan erken tamiri savunmuşlardır. Lateral duvarlardaki tamir sementi tek başına izlenmemektedir. Kök rezorpsiyonunun tamir süreci, sadece iyileşmenin erken fazında hücresiz sementle hücreli sementin depozisyonu sayesinde gerçekleşir.

Sismanidou ve Lindskog (68) tarafından adolesanlarda dış sınırdan ve merkezden başlayan tamir şekilleri araştırılmıştır. Başlangıç aşamasında, sadece hücresiz sement formasyonu içeren ve kuvvetin kaldırılmasından 2 hafta sonra tamir sementinin izlendiğini bulmuşlardır. İyileşmenin ilerleyen safhalarında, tamir sementinin hücreli semente dönüştüğünü belirtmişlerdir.

2.5. Kök Rezorpsiyonunun Tanı ve Ölçüm Yöntemleri

Kök rezorpsiyonu tayini için kullanılan yöntemler dental radyografi, ışık mikroskobu ve elektron mikroskobudur (53, 69). Ancak son yıllarda mikro bilgisayarlı tomografi (mikro BT), 3 boyutta ölçüm yapabilmek için kullanılan yeni bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (34, 70-72) Kök rezorpsiyon kraterlerindeki hacmin ölçümünde altın standart, mikro bilgisayarlı tomografidir (73-75)

Kök rezorpsiyonu kraterleri hakkındaki ilk çalışmalarda; ortodontik tedavi öncesi ve sonrası kök rezorpsiyonu durumunu tespit etmek için radyografi, ışık ve taramalı elektron mikroskobu gibi iki boyutlu metotlar kullanılmıştır. Ancak bu yöntemlerin karşılaştırma yapmak için tekrar edilebilirliği düşüktür. Ayrıca bu yöntemler kullanıldığında magnifikasyon, angulasyon ve konumlandırma hataları gibi problemlerden dolayı rezorpsiyon kraterlerinin doğru şekilde ölçülemediği kanıtlanmıştır (73).

2.5.1. Radyografi

Periapikal, panoramik radyografiler ve lateral sefalogramlar kullanılarak yapılan kök rezorpsiyonu çalışmaları vardır. Bu çalışmalarda, kök rezorpsiyonu ancak apikal kök kısalmasının olduğu durumlarda tespit edilmiştir. Klinik olarak radyografiler, ortodontik tedavi öncesi, sırası ve sonrasında kök kısalmasının varlığının tespitine izin verir. Yüzey rezorpsiyonunun muayenesi, doğru angulasyonda alınmış radyografilerle şiddetli seviyede olmadığı sürece oldukça zordur.

Radyografilerin niceliksel değeri hakkında hala soru işareti vardır. Periapikal filmler, daha iyi detay vermesi ve daha az distorsiyona uğraması açısından panoramik görüntülerden daha üstündür (76). Periapikal filmlerin magnifikasyonu, % 5'ten daha azdır (77). Periapikal radyografilerin ideal pozisyonlandırılması ve geometrik olarak doğru görüntünün elde edilmesi için paralel teknik kullanılmalıdır. Açığortay tekniği, zaman içerisinde tekrar edilebilirliği zor olduğundan kök rezorpsiyonunu araştırmak için uygun değildir (78). Remington ve arkadaşları (79), kök uzunluklarının standardize edilmemiş açığortay tekniğiyle kaydedilemeyeceğini bildirmiştir.

Panoramik radyografiler, daha çok dentisyonun görüntüleme aracı olarak kullanılır. Dileserasyon gibi kök şekillerinin anormal durumları incelenirken, periapikal

görüntülerle karşılaştırdığımızda panoramik radyografilerle bu durumun tespiti daha zordur.

Panoramik filmler periapikal filmlerle karşılaştırdığında, Sameshima ve Asgarifar (80), görüntülerde kök kısılmasının panoramik filmlerde % 20 daha fazla izlendiğini ifade etmişlerdir. Mandibuler keserlerin distorsiyona daha duyarlı olduğunu ve apikallerin gizlenmiş olduğu vakalarda periapikal filmlerin kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Kök rezorpsiyonu kraterleri üç boyutlu bir kavram olduğundan, Chan ve ark. (76), bu kraterlerin hacmini ölçmek ve değerlendirmek için üç boyutlu görüntüleme araçlarının kullanımını incelemişlerdir.

Periapikal radyografiler ve mikro BT görüntüleri arasında karşılaştırma yapıldığında, Dudic ve ark. (81), dijital periapikal radyografiler kullanıldığında apikal kök rezorpsiyonunun daha az tahmin edilebilir olduğu sonucuna varmışlardır.

2.5.2. Seri Kesit ve Işık Mikroskobu

Bu metot kök rezorpsiyonu ve tamiri incelenirken kullanılmaktadır. Teknik, çekilmiş dişin gömülmesi, uzun eksene paralel şekilde seri kesitin alınması ve hematoksilin eozin gibi histolojik boyamasını içerir. Işık mikroskobu kullanılarak rezorpsiyon kraterlerinin ölçülmesi göz merceğine yerleştirilen mikrometrelerle yapılır (82). Bu metodun asıl kısıtlılığı, kesit alma sırasında kök rezorpsiyonu kraterinin tamamen gözden kaçabilmesidir. Kraterler kesit alınan bölgenin özelliğine göre değişebilmekte ve krater hacimleri yanlış hesaplanabilmektedir (76).

2.5.3. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

Reitan (20), taramalı elektron mikroskobunu kök yüzeylerinin değerlendirilmesinde tavsiye etmiştir. Üç boyuttaki kayıtlar rezolüsyonu sağlar ve elde edilen detaylar seri kesitlerden yeniden oluşturulan histolojik modellerle elde edilemez.

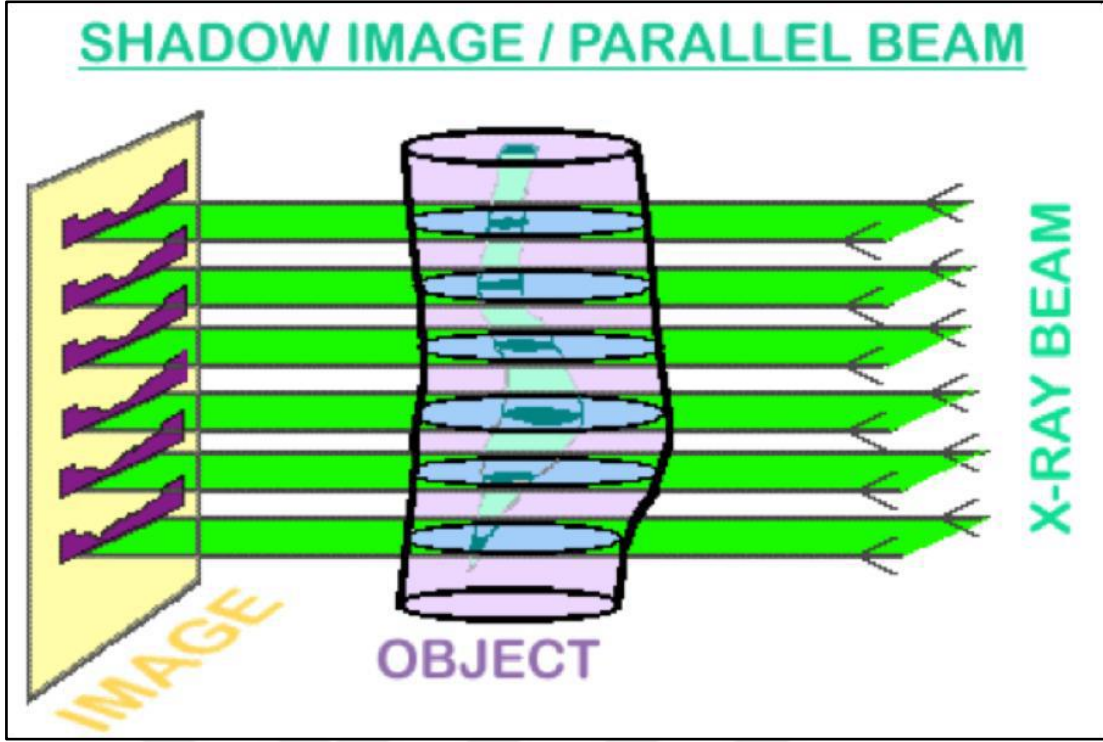
Kvam, diş hareketini takiben oluşan kök rezorpsiyonu kraterlerini göstermek için ilk defa SEM'i kullanmıştır (53, 83). SEM kullanılarak yapılan sonraki çalışmalarda kök rezorpsiyonunu ölçmek için mikrograftan elde edilen yüzey alan landmarkları kullanılmıştır. Bu yöntemdeki sorun, incelenen dişin kök yüzeyleri

kıvrımlıysa görüntü elde etmek oldukça zordur. Üç boyuttaki açılama hataları ölçüm hatalarına yol açabilir. Ayrıca, birleşik mikrogafalarda rezorpsiyon kraterleri dijital olarak ölçülmeden önce fiziksel olarak genellikle iki parçalıdır (21, 48, 84). Eğer kraterler, mikrogafaların kenarı boyunca meydana gelirse, sayısal ölçümler doğru yapılamamaktadır (76).

2.5.4. Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro BT)

Konvansiyel optik veya elektron mikroskobisi, örnek yüzeyinin ve ince kesitlerin iki boyutlu görüntülenmesine izin verir. Ancak, birçok vakada orijinal üç boyutlu yapı hakkında iki boyutlu bilgi ile sonuca varılamaz. Işık mikroskobu, hazırlama tekniğinin ve kesitler arasındaki mesafenin değişebilmesinden dolayı güvenilir ve kullanışlı bir teknik değildir.

Radyografi sistemleri, üç boyutlu yapıların iki boyutlu gölgesini oluşturur. Fakat iki boyutlu gölge projeksiyonunda derinlik bilgisi oldukça karışıktır. Sadece X ışınli tomografi sistemi, örnek hazırlığı ve kimyasal fiksasyon yapmadan üç boyutlu obje yapısını ölçmeye ve görüntülemeye izin verir. Genellikle konvansiyonel medikal bilgisayarlı (BT) tarayıcıların uzaysal çözünürlüğü, 1-10 mm voksel boyutuna karşılık gelen 1-2,5 mm aralığındadır. Bilgisayarlı X ışınli mikroskobu ve mikrotomografi uzaysal çözünürlüğü artırmaya olanak sağlamıştır. Skyscan 1172 sistemi 1×10^{-7} kübik mm voksel boyutuna karşılık gelen 5 μ m uzaysal çözünürlüğe ulaşılmasına izin verir. Makro BT tarayıcılarda olduğu gibi internal yapılar yeniden şekillendirilebilir ve görüntüde bozulma oluşmadan analiz edilebilir (Şekil 2.2.1).



Şekil 2.2.1. Mikro BT ile taranan bir obje

Mikro BT, OOİKR değerlendirmesinde kullanılan, yeni ve gelişen bir teknolojidir. Bu tarama yöntemi ile diş yapısına herhangi bir zarar vermeden dişteki rezorpsiyon alanları hakkında bilgi edinilmektedir (85).

Mikro BT günümüze kadar mikrotomografi, metalurji, elektronik, jeoloji, ağaç ya da kompozit polimerlerin incelenmesi gibi farklı bilim dallarında başarı ile kullanılmıştır. Biyoloji alanında ise, kemik ya da diş gibi sert kalsifiye yapıların incelenmesi için kullanılmaktadır (86).

Geçmişte bu yapıların incelenmesi için iki boyutlu histolojik kesitlerin değerlendirilmesi ile yapılan histomorfometri çalışmaları yapılmıştır. Fakat canlı sert dokularda trabeküler yapının değişiminin tam olarak anlaşılabilmesi için, yapıların üç boyutlu olarak incelenmesi son derece önemlidir. Sistemin en önemli avantajı incelenen yapının üç boyutlu yapısı üzerinde nitelik ve nicelik bakımından kesin bilgiler sağlanmasıdır. Örneklerin içyapısı herhangi bir fiziksel işlem yapılmadan ya da toksik/kimyasal ajanlar kullanmadan çok detaylı bir şekilde incelenebilir. Dahası, taramadan sonra örnek herhangi bir zarar görmeden başka testlere tabi tutulabilir (10). Yıkıcı olmaması, noninvasiv olması, aynı örneğin tekrar tekrar görüntülerinin alınabilmesi veya örneğe farklı testler uygulanabilmesi bu sistemin avantajlarıdır.

Günümüzde herhangi bir kimyasal madde kullanmadan nesnelerin üç boyutlu görüntüsünün alınabildiği ve bu görüntüler üzerinde ölçüm yapılabilen tek sistem BT'dir (87).

Mikro BT ilk olarak 1982 yılında Elliott ve Dover (88) tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Bu tarihten önce de araştırmacıların yüksek çözünürlüklü görüntüler elde etmek için çalışmalar yaptığı görülmektedir. 1980'lerden günümüze kadar gelen süreçte Mikro BT sistemleri ve teknolojisi çok gelişmiştir ve diş hekimliğinde sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır.

Mikro BT arkeoloji çalışmalarında; mine ve dentin kalınlıklarının ölçümü, oluşmuş çürüğün yerinin ve miktarının belirlenmesi, çürüğün pulpayla ilişkisinin değerlendirilmesinde kullanılmıştır (89). Mikro BT kemik ve dişlerin mineral konsantrasyonunu % 1'den daha düşük kesinlikte ve 5-30 μm çözünürlükte ölçebilmektedir (86, 90, 91). Ayrıca Mikro BT hacim ve yüzey alanı hesaplamaları gibi temel geometrik parametrelerin ve "Yapı Model İndeksi" ile kök kanallarının şeklinin ve kalınlığının ölçümünde kullanılabilmektedir (92). Diş hekimliğinde Mikro BT'nin diğer kullanım alanları; sonlu elemanlar analiz çalışmaları, implantolojide osseointegrasyonun incelenmesi, protetik ve periodontal değerlendirmelerdir (93).

Bu sistemde her bir örneğin tarama işlemi ve üç boyutlu görüntüsünün oluşturulması için uzun bir süre gerekmektedir. Bu sebeple Mikro BT çalışmalarında örnek sayısının az olması sistemin dezavantajlarından biridir (92, 93)

Mikro BT sistemlerinde, mikrofokal X-ışını kaynakları ile yüksek çözünürlüklü dedektörler kullanılır. Çözünürlük, voksel (hacim elemanı) ile ifade edilir. Mikro BT, uzaysal çözünürlük ile $1 \times 10^{-6} \text{ mm}^3$ voksel boyutuna denk gelen, 10 μm 'den daha küçük bir uzaysal çözünürlüğe ulaşmaya izin vermektedir. Konvansiyonel tıbbi BT tarayıcılarında ise bu çözünürlük sadece 1-2 mm'dir. Bu değer, 1-10 mm^3 voksel boyutuna denk gelir. Konvansiyonel BT tarayıcılara benzer olarak, taranacak olan nesnede bozulma olmadığından tekrarlanan analizler mümkündür.

Mikro BT taramasında taranan nesne kendi etrafında belirli bir dar açıyla toplamda 180° ya da 360° dönerken örnekten alınan seri kesitsel görüntülerin birleştirilerek rekonstrükte edilmesi ile üç boyutlu modeller oluşturulur. Nesnenin dönüşü esnasında gönderilen ışın demetlerinden oluşan gölge görüntüler TIF (Tagged

Image File) formatında kaydedilir. Elde edilen 16 bitlik gölge görüntülerin sayısı, nesnenin her dönüşünde kaç derecelik açı ile hareket ettiği ile orantılıdır. Dönüş açısı küçüldükçe elde edilen gölge görüntü sayısı artar ve dolayısıyla oluşan üç boyutlu görüntünün kalitesi de artar.

2.6. Ortodontide Ankraj

Newton'un etki-tepki prensibine göre, tepki her zaman etkiye eşit ve zıt yönlüdür. Ortodontik tedavide dişleri hareket ettirmek için uygulanan kuvvetler aynı büyüklükte ve ters yönde resiprokal kuvvetler oluşturur. Bu kuvvetler istenmeyen diş hareketlerine neden olur.

Ankraj, istenmeyen diş hareketine karşı direnç olarak tanımlanır. Başarılı ortodontik tedavinin anahtarı, başarılı ankraj preparasyonu ve uygun biyomekanik kuralların uygulanmasıdır (94).

Ankraj alınan bölgeye göre ankraj sınıflandırıldığında; intraoral ve ekstraoral olarak ikiye ayrılır. İntraoral ankraj, dişler, mukoza, kemik gibi ağız içi unsurlardan sağlanan ankraj; ekstraoral ankraj ise ağız dışından sağlanan ankrajdır. Ekstraoral ankraj için kullanılan apareyler, birçok hastada sosyal olarak sorun yaratmakta bu da hastanın tedaviye olan ilgisi ve uyumunu bozmaktadır. Ortodontik mini vidalardan destek alınarak yapılan uygulamalar estetik olarak hasta kaygısını azalttığından, hastanın sosyal açıdan uyumunu artırmaktadır. Dental implant veya mini vida gibi aygıtlarla sağlanan ankraj, hareket eden üniteyi destekleyerek veya ankraj ünitesini sabitleyerek iskeletsel ankrajı artırır.

2.7. Mini Vidalar

'İmplant' vücutta bir aydan daha uzun süre kalan herhangi bir materyali tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Mini implant, mini vida, mikro vida, mikro implant gibi terimler iskeletsel ankraj apareylerini tanımlamak için kullanılır. 'Mini implant vida' terimi kullanımı uygun olsa da 'mini vida' teriminin kullanımı önerilmektedir. Konvansiyonel dental implantlardan daha küçük olan bu apareyler, ortodontik tedaviden sonra çıkarılır.

Creekmore ve Eklund'un (95) derin kapanışı düzeltmek için anterior nasal spinanın altına yerleştirdiği krom alaşımından yapılmış kemik vidaları kullanmalarıyla mini vida devri başlamıştır.

İlk modern minivida sistemi olan K-1 sistemini 1997'de Kanomi tanıttı. Bir yıl sonra Costa, Raffaini ve Melsen (96), Aarhus ankraj sistemini tanıttı. İskeletsel ankrajın ortaya çıkışı, preadjusted apareyler, hafızalı teller hatta bondingin tanıtımı kadar ortodontide önemlidir.

Labanauskaite ve ark. (97), ortodontik ankraj amaçlı kullanılan implantları sınıflandırmıştır:

- Şekil ve boyutuna göre
 - Konik (silindirik): Mini vida implantlar, palatal implantlar, protetik implantlar
 - Mini plak implantlar
 - Disk implantlar (onplant)
- İmplant-kemik temasına göre
 - Osseointegre
 - Osseointegre olmayan
- Uygulamaya göre
 - Ortodontik amaçlarla kullanılan (ortodontik implantlar)
 - Protetik ve ortodontik amaçlarla kullanılan (protetik implantlar)

Ortodontik amaçlı kullanılan implant çeşitleri ortosistem implantlar, onplantlar, graz implantlar, biodegradable implantlar (BIOS), modular transitional implantlar (MTI), mini implantlar, mini plaklar, mini vidalar ve mikro implantlar olarak belirtilmiştir (98).

Mini vidalar; iskeletsel plak, dental implant, palatal implant, onplant ve zigoma telleriyle karşılaştırıldığında cerrahi girişime ihtiyaç duyulmadığından kullanımı oldukça kolaydır. Klinikte cerrah ve genel anesteziye gerek kalmadan ortodonti pratiğinde kullanılabilecek bir prosedürle uygulanmaktadır. Mini vidalar ayrıca biyouyumlu, yerleştirmesi ve çıkarması kolay, pahalı olmayan, hemen kuvvet uygulanabilen, ortodontik kuvvetlere karşı koyabilen, hasta için rahat, küçük boyutlarda ve sabittir.

Mini vida baş, boyun ve yiv kısmından oluşmaktadır. Yapışık dişeti ve altındaki kemiğe yerleştirilir, bu sebeple direkt veya indirekt olarak dentisyona ankraj sağlar.

İmplantın mukoza dışında kalan kısmı ankraj alınarak kuvvet uygulanıyorsa direkt ankraj, bir diş veya diş grubu implant ile sabitlenip ankraj alınarak kuvvet uygulanıyorsa indirekt ankraj olarak adlandırılır (99).

Mini vida yapımında birçok materyal kullanılmıştır. Paslanmaz çelikten vitalyuma ve vitalyumdan günümüz standart titanyuma geçilme süreci yaklaşık 60 yılda gerçekleşmiştir. Titanyum birçok üstün özelliğe sahiptir; paslanmaz çelikten 3 kat daha güçlüdür, elektriğe, ısıya ve manyetik kuvvete karşı çok az cevap oluşturmaktadır, biyouyumluluğu yüksektir ve inerttir. Tip V titanyum, tüm titanyum dereceleri arasında en düşük alaşım miktarına sahiptir ve bu yüzden yüksek gerilim kuvveti oluşturmaktadır. Bu özelliklerinden dolayı kemiğe uygulanan vidalar içinde tercih edilir.

Mini vida, yumuşak dokular içerisinde yapışık dişetine yerleştirilmelidir. Böylelikle vida başının mukozayla kaplanması engellenir. Bu yöntem 'açık metot' denir. Eğer vida hareketli dişetine yerleştirilecekse vida başı uygulamanın başında mukoza altına yerleştirilmekte ve başındaki delikten ligatür teli geçirilerek ağız ortamıyla ilişkisi sağlanmaktadır. Bu yöntem ise 'kapalı metot' olarak isimlendirilir. Maksillada yerleştirme işlemi oblik açıyla ve apikal yönde olmalıdır. Mandibulada mini vida mümkünse komşuluğundaki köklere paralel olacak şekilde alveol krete dik açıyla yerleştirilmelidir.

Mini vidanın yerleştirilmesinde 2 teknik kullanılmaktadır. Self-tapping yönteminde kemik içinde frezle tünel oluşturulur ve mini vida bu tünele yerleştirilir. Genellikle küçük vidalar için tercih edilen bir tekniktir. Self-drilling yönteminde ise mini vida direkt yerleştirilir. Bu metot geniş çaplı (1,5 mm'den fazla) vidalarda kullanılır (100).

Kuvvet uygulama zamanı kullanılan implanta göre değişmektedir. Endoosseoz implantlarda osseointegrasyon için 2-3 ay beklenmektedir. Bugün ankraj amaçlı kullandığımız mini vidalarda, osseointegrasyon istenmediği için direkt yükleme yapılabilmektedir (100).

2.7.1. Mini Vida Uygulanan Bölgeler

Maksillada uygulanabilecek bölgeler : İnfrazigomatik alan, maksiler tüberositas bölgesi, bukkal alanda maksiler 1. molar diş ile 2. molar diş arasına, bukkal alanda maksiler 1. molar diş ile 2. premolar diş arasına, bukkal alanda maksiler kanin diş ile 1. premolar diş arasına, labial alanda maksiler kesiciler arasına, maksiler palatinal bölgede 2. premolar, 1. molar ve 2. molar dişler arasına, midpalatal alana (101).

Mandibulada uygulanabilecek bölgeler : Retromolar bölge, mandibuler bukkal bölgede 1. ve 2. molar dişler arasına, mandibuler bukkal bölgede 1. molar diş ile 2. premolar diş arasına, mandibuler bukkal bölgede kanin ile premolar dişler arasına, mandibuler simfiz bölgesine, dişsiz alveol kretlere (101).

En çok kullanılan bölgelerden biri komşu dişler arası interradikuler alandır. İnterradikuler alana mini vidanın yerleştirilmesi sırasında kök hasarı olabilir veya tedavi sırasında kökler vidaya doğru hareket edebilir (102).

İmplantın uygulanacağı uygun alanın seçimi, başlangıç teşhisine, implant uygulamasının amacına ve uygulama alanı içerisinde bulunabilecek mandibuler kanal, maksiler sinüs gibi anatomik oluşumlara olan komşuluğa bağlı olarak değişiklik göstermektedir (101).

2.7.2. Mini Vida Endikasyonları

- Çekim boşluklarının kapatılması
- Okluzal düzlemin ve dişsel orta hattın düzeltilmesi
- Gömülü kanin ve molarların sürdürülmesi, uprighingi
- Molar intrüzyonu, mesializasyonu ve distalizasyonu
- Anterior dişlerin kütleli retraksiyonu
- Sagittal problemin düzeltilmesinde intermaksiler ankraj olarak
- Vertikal iskeletsel problemin düzeltilmesi
- Protetik tedavi öncesi dişlerin sıralanması
- Diş ya da diş gruplarının ark üzerinde gömülmesi
- Büyüme ve gelişim çalışmalarında sabit değişmez referans olarak kullanılması
- Ortopedik kuvvet veya cerrahi uygulamalarında ankraj olarak

2.7.2.1. Mini Vida ile Çekim Boşluğunun Kapatılması

Çekim boşlukları kapatılırken posterior ankrajın kaybedilmesi, spee eğrisi ve kapanışın daha fazla derinleşmesiyle mevcut okluzyonun kötü bir hal almasına yol açacaktır. Mini vidalar her iki arkta anterior retraksiyon için güvenilir iskeletsel ankraj sağlar (103).

Maksilladaki mini vidalar, genellikle geniş interradyiküler alan ile kök teması olmadan yerleştirmeye izin veren 1. ve 2. premolar dişler arasına yerleştirilir. Vidanın başı isteğe bağlı olarak, mukogingival sınırda veya üzerinde olabilir. Hem intruze hem distalize edici kuvvetler isteniyorsa, mini vidalar mukogingival sınırın üzerine pozisyonlandırılabilir. Eğer asıl istenen distalize edici vektörse, mini vida mukogingival sınıra yerleştirilmelidir. Maksillada daha yukarı pozisyonda mini vida yerleştirilmesi gerekiyorsa, maksiller sinüs hasarından kaçınmak için kemiğe daha dik açıyla yerleştirilmelidir. Alveoler çıkıntı belirginse, Monkey Hook gibi bir yardımcı aygıt ile yumuşak dokudan kuvvet uygulamak amaçlı kullanılan coil springler veya chainler uzak tutulabilir. Böylece rahatsızlık hissi ve gingival irritasyon engellenir. Mandibuler arkta mini vidalar, bialveoler protrüzyon ve Sınıf III gibi maksimum ankraj ihtiyacı olan vakalarda yararlıdır. Mental foramen yakınlığından dolayı alt 1. ve 2. premolar dişler arasına mini vida yerleştirmek tavsiye edilmez (103).

Altı anterior dişin kütleli retraksiyonunda kullanılan mekaniklerde, mini vida kullanılarak tedavi süresi kısaltılır ve klinisyen ankraj apaneyleri için hasta kooperasyonuna ihtiyaç duymadan tedavi hedeflerini gerçekleştirecek diş hareketlerini elde eder. Direnç merkezine yakın geçen aşağı ve geri kuvvetler kullanılarak, maksiller anterior dişler bir bütün halinde intruze ve retrakte edilir (104).

Anterior dişlerin çok az intrüzyonla kütleli retraksiyonunda, maksiller mini vidaların uygun konumu braket slotundan 8-10 mm apikalde ve anterior hooklar 5-6 mm gingivalde yer alacak şekilde ayarlanmalıdır. Bu düzenleme ile kuvvet direnç merkezinin altından geçecek ve istenmeyen hareketler olan linguoversiyon ve intrüzyon olmadan kütleli retraksiyon sağlanacaktır. Anterior diş hareketi, anterior hookların uzunluğu ve tork eğimiyle değişebilmektedir (104). Mini vidalar, ekstraoral apaney gereksinimi ve hasta kooperasyonu olmadan tüm dentisyonu distalize edecek retraksiyon için yeterli ankrajı sağlayabilmektedir (105, 106).

Sınıf II kanin ve molar ilişkiyi düzeltmek için kullanılan intermaksiler elastikler, mandibuler düzlemi açmakta ve posterior dişlerin ekstrüzyonuna sebep olmaktadır. Bu durum yüz profilini kötüleştirmektedir. Mini vida ankrajıyla sliding mekaniklerinde, intermaksiler elastikler genellikle elimine edilir. Bu durum posterior diş ekstrüzyonunu ve mandibuler düzlemin açılmasını önler (107).

Klinisyen mini vida kullanarak, dentisyonun bir bölümünü mesiale ya da distale hareket ettirerek daha kısa sürede ve etkili bir şekilde Sınıf II ve Sınıf III dişsel ilişkiyi, orta hat uyumsuzluklarını düzeltebilir. Ayrıca keser ve molarların intruzyonu kolayca elde edilir (106). Hafif iskeletsel Sınıf III problemi olan, fakat ortognatik cerrahi istemeyen hastalar mini vida destekli mekanikler kullanılarak tedavi edilebilir.

Wehrbein ve ark. (108), Sınıf II dişsel ilişkiye sahip 9 hastada maksiler 1. premoların çekiminden sonra palatal implant ile desteklenen 2.premolarlara transpalatal ark yerleştirerek keser retraksiyonu yapmışlardır. Roberts ve ark. (109), mandibuler sol 1. molar dişin çekim boşluğunu kapatmak için dental implantlardan yararlanarak ankraj planlamalarını düzenlemişlerdir. Uygulama öncesi implant yerleştirilmesi planlanan bölgeden periapikal film alınması, çevre dokuların ve diş köklerinin radyografik incelemesinin yapılması açısından son derece önemlidir (110).

2.7.3. Mini Vida Ankrajının Avantajları

- Yerleştirme ve çıkarma sırasında flep cerrahisi isteyen ortodontik implant, miniplak ve onplant gibi herhangi bir cerrahi prosedüre ihtiyaç duyulmaz.
- Mini vidalar, ortodontist tarafından bir randevuda kısa sürede hasta başında yerleştirilebilir ve dental ankraj hazırlığına gerek olmadan kısa sürede tedaviyi mümkün kılar.
- Komplike klinik ve laboratuvar prosedürlerine (akrilik splint yapımı gibi) ihtiyaç duyulmaz.
- Dental implantların aksine osseointegrasyon için beklemeye ihtiyaç duymadan hemen kuvvet yüklemesi yapılabilir ve böylece toplam tedavi süresi azaltılır.
- Önleyici tedavi dahil olmak üzere dental gelişimin her safhasında kullanılabilir.
- Mutlak ankraj gereken durumda, dişlerde istenmeyen hareketleri önler.
- Oral hijyen açısından hasta kooperasyonunu sağlamak daha kolaydır.
- Dental implantlarla karşılaştırıldığında maliyeti daha düşüktür (111).

2.7.4. Mini Vida Ankrajının Dezavantajları

- Uygun yerleştirilmeyen durumlarda komşu doku hasarı ve kök yaralanmalarına yol açabilir
- Özellikle kötü ağız hijyeni olan hastalarda implant çevresinde irritasyon veya enflamasyon nedeniyle mini vida uygulaması başarısızlıkla sonuçlanır.
- Cerrah tarafından yerleştirme işlemi yapılacaksa hasta için ek maliyete neden olur (102).

2.7.5. İmplant Stabilitesini Etkileyen Faktörler

Hastaya bağlı faktörler: Genel durumlar, lokal sert doku durumu, lokal yumuşak doku durumu, lokal stres durumu

Operatöre bağlı faktörler

Vidaya bağlı faktörler: Biyouyumluluk, dizayn, uzunluk, yiv şekli, çap, yerleştirme metodu

İdameye bağlı faktörler: Yükleme koşulları, oral hijyen (102).

2.7.6. İmplant Başarısını Etkileyen Faktörler

Ortodontik endikasyon, mini vida bakımı ve mini vida mobilitesi başarıyı etkileyen faktörlerdir. Başarı için en önemli faktör, mini vidaların yerleştirileceği ideal yerin belirlenmesidir (102). Mandibuladaki kortikal kemik kalınlığı ve kemik yoğunluğu, maksilaya göre daha fazla olmasına rağmen üst çenedeki başarı oranları daha yüksektir (112, 113). Alt çenede vida yerleştirilirken oluşan stres, rehber delik açılırken meydana gelen ısınma, yapışık dişeti dikey boyutunun kısa olması ve ağız hijyeninin yeterince sağlanamaması gibi nedenlerden dolayı alt çeneye uygulanan mini vidaların başarı oranlarının, üst çeneye göre daha az olduğu bilinmektedir.

Lee ve ark.'nın (114) yaptığı çalışmada; maksillada sağ ve sol segmentler karşılaştırılmış olup birinci ve ikinci küçük azı dişleri arasına yerleştirilen mini vidaların başarı oranlarında bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır. Mandibulada, erişkin bireylerde küçük azı bölgesine yerleştirilen mini vidaların başarı oranlarının büyük azı bölgesine yerleştirilenlere göre daha başarılı olduğu çalışmalarda gösterilmiştir (115).

Sabec ve ark. (116), mandibula için en güvenli bölgelerin birinci ve ikinci küçük azı, birinci ve ikinci azı dişleri arasında olduğunu bulmuşlardır. Diş fırçalama sırasında sağ ellerini kullanan bireylerin oral kavitenin sol bölgesini iyi temizleyemedikleri görülmüş ve yetersiz hijyenin sol bölgede enflamasyon ve vida başarısızlığında etkili olduğu belirtilmiştir (117).

Mini vidalar yerleştirilirken diş kökleriyle komşuluğuna dikkat etmek gerekmektedir. Diş kök yüzeyine temas eden mini vidaların stabilitelerinin azaldığı ve başarısızlık oranlarının daha yüksek olduğu belirtilmiştir (113).

Ortodontik ankraj amaçlı posterior bukkal alveoler bölgede yerleştirilen titanyum implantların mobilitesi; ince kortikal kemiğe neden olan yüksek mandibuler düzlem açısı, implant çevresindeki dokunun enflamasyonu ve 1,0 mm veya daha az çaplı implant kullanımıyla ilişkilidir. Bu sebeple implant ankrajı posterior bukkal alveoler bölgede uygulanacaksa bazı klinik uygulamalara dikkat edilmesi gerekmektedir (118):

- Normal ya da düşük mandibuler düzlem açılı hastalarda 1,0 mm'den büyük çaplı implantlar kullanılmalıdır.
- Yüksek mandibuler düzlem açılı hastalarda 2,3 mm'den daha büyük çaplı titanyum vida kullanımı ya da vida kullanımı zorsa mini plak kullanımı önerilmiştir.
- İmplant ankrajının mobilitesini önlemek için implant çevresindeki dokunun enflamasyonundan kaçınmak gerekir.
- Hasta konforunu artırmak için flepsiz cerrahi prosedür tercih edilmelidir.
- 2 N'dan daha az kuvvet uygulanacaksa hemen kuvvet yüklemesi yapılabilir.

2.7.7. Mini Vida Uygulamalarında Oluşabilecek Komplikasyonlar

Mini vida kullanımıyla ilgili potansiyel komplikasyonlar, uygun olmayan interradiküler alan nedeniyle kök hasarı, damar hasarı, sinüs hasarı, yerleştirme ve yükleme sırasında mini vidanın kaybı ve mini vidanın uzaklaştırılırken kırılmasıdır. Hasta, mini vidanın çevresinde oluşabilecek yumuşak doku enflamasyonunu önlemek için ağız hijyeni konusunda uyarılmalıdır. Başarısızlık genelde mini vidanın alveoler mukozaya yerleştirildiği durumlarda gözlenir ve daha çok kemik kalitesi, kemik kütlesi ve cerrahi teknikle ilgilidir (100).

Melsen (119), mini vida kullanımının komplikasyonlarını 3 grupta sınıflandırır.

Mini vida yerleştirilmesi sırasında oluşan komplikasyonlar

- Kortikal kemiğin yetersiz kalınlığından dolayı başlangıç stabilitesinin az olması
- Mini vidanın periodontal ligament veya diş köküne yerleştirilmesi

Yükleme periyodu sırasında oluşan komplikasyonlar

- Bu periyotta mini vida kaybedilebildiğinde, mini vida çıkarılmalı ve yeniden yerleştirilmelidir. Lokal enflamasyon ya da lokal kemik remodelingi sebebiyle meydana gelmiş olabilir. Hasta oral hijyen konusunda uyarılmalı ve mini vida etrafındaki enflamasyon % 2'lik klorheksidine batırılmış diş ipi ile temizlenmelidir. Lokal kemik remodelingi, süt dişinin rezorpsiyonu ve düşmesi sırasında meydana gelebilmekte ve komşu süt dişi düşerken mini vida kaybedilebilmektedir.
- Mini vidaya komşu mukozada hipertrofi gelişebilir. Mukozal irritasyon yapışık diş etine yerleştirilen mini vidalarda daha az görülür. Anatomik sebeplerden dolayı alveoler mukozaya yerleştirilen mini vida durumunda, mini vidanın üstünün mukozayla kaplanmasına izin verilerek mini vidaya kuvvet tel ya da ataşmanla uygulanır.

Mini vidanın çıkarılması sırasında oluşan komplikasyonlar

- Mini vida yerleştirilen bölgeden çıkarılamayabilir. Bu durumda birkaç gün sonra tekrar çıkarılmaya çalışılmalıdır. Buna rağmen çıkarılamazsa bir trefin yardımıyla uzaklaştırılabilir.
- Boyun kısmındaki burkulmadan dolayı çıkarılırken mini vida kırılabilir.

Kravitz'e (120) göre kök yaralanmalarının potansiyel komplikasyonları vitalite kaybı, osteoskleroz ve dentoalveoler ankilozdur. Pulpayı içermeyen kök yaralanmaları genellikle dişin prognozunu etkilememektedir. Hasar sonrası mini vida çıkarıldığında, diş ve periodonsiyum 12-18 haftada tamir olmaktadır.

Posterior bölgede uygulama sırasında el aletinin yanlış kullanılması sebebiyle yerleştirme açısı değişmekte ve kök hasarı riski artmaktadır. Mini vida periodontal ligamente yaklaştığında hasta topikal anestezi altındayken rahatsızlık hissi duyacaktır

(121, 122). Kök teması meydana gelirse ya mini vida yerleştirilmemeli ya da daha fazla kuvvet uygulanarak yerleştirilmelidir. Travma saptanırsa klinisyen 2-3 tur geri çevirmeli ve radyografik olarak değerlendirme yapmalıdır (122).

Klinisyen yerleştirme sırasında, yanlışlıkla mukoza altında periosteum boyunca mini vidayı kaydırabilir. Zigomatik çıkıntı, retromolar ped, bukkal kortikal saha ve maksiler bukkal ekzostozların varlığı gibi alveoler mukozada eğimli kemik yapılar mini vidanın kayması açısından yüksek risk içerir. Mini vida submandibuler bölgede veya inferior alveoler sinir dalında linguale hareket ederse, retromolar pedde iatrojenik yaralanma olur. Retromolar bölgede self-drilling mini vidalar kullanırken bile direkt görüş için flep açılması tavsiye edilir (120).

Yerleştirme açısı aşırı dikse, mini vida yapışık dişetindeki dentoalveoler bölgeye kayabilir. Mandibulada kortikal ankraj sağlamak için veya maksillada kök temasını önlemek için okluzal düzlemde 30 dereceden daha az açıyla mini vidanın yerleştirilmesi kayma riskini artıracaktır. Bundan kaçınmak için klinisyen başlangıçta daha geniş açıyla mini vidayı kemiğe yerleştirmeli, sonra yerleştirme açısını azaltmalıdır. Kemik densitesinden dolayı fazla kuvvet uygulamak mini vidanın kayma riskini artıracadığından sadece minimal kuvvetler uygulanmalıdır (120).

Maksiler palatal eğim, mandibuler bukkal dentoalveoler ve retromolar sahada mini vida yerleştirirken sinir hasarı meydana gelebilir. Minör sinir hasarı geçicidir ve 6 ayda tamamen iyileşir. Uzun süreli sinir hasarında ilaç tedavisi (kortikosteroidler), mikron rocerrahi, greftleme veya lazer tedavisi uygulanmalıdır (123).

Maksiler palatal eğimde palatin forameninden çıkan n. palatinus majör, mini vida yerleştirirken risk altındadır. N. palatinus majör, 3. moların lateralinde veya 2. ve 3. molarların arasında seyreder. Foramenin lokasyonu, boyutu ve şekli etnik kökene göre değişebilir. N. palatinus majör, forameninden çıkar ve gingival sınırdan 5-15 mm öne doğru insiziv foramene kadar ilerler. Mini vida palatal eğimde kullanılacaksa, sinirin medialine ve 2. moların mesialine yerleştirilmelidir. Sinirin yukarısına mini vidanın yerleştirilmesi palatal kök hasarını artıracak ve biyomekanik kontrolü azaltacaktır (124)

Mandibuler bukkal dentoalveoler bölgede mini vidanın yerleştirilmesinde mandibuler kanalda inferior alveoler sinir hasarı riski vardır. Mandibuler kanal bukkalden linguale ve tekrar bukkale S şeklinde seyreder. İnférieur alveoler sinir, mental

foramenden çıkmadan önce 2. premoların apeksi ve 2. moların distal kökünde mandibulanın gövdesinden içeriye en bukkal pozisyonda seyreder. Mandibuler 2. premolar ve 2. molar bölgeleri, inferior alveoler sinir yaralanması için en büyük riske sahiptir. Dentoalveoler yumuşak doku görünümü aldatıcıdır ve mental foramenin lokasyonu ve mandibuler kanalın vertikal pozisyonu için panoramik radyografi alınmalıdır. Yetişkin bireylerde alveoler ridge'in rezorpsiyonu, mandibuler kanalın daha okluzal pozisyonda yer alma riskini artırmaktadır (125). Retromolar pedde mini vidanın yerleştirilmesi bukkal ve lingual sinirin uzanmasından dolayı risk taşır. Sinir hasarı ve mini vidanın kayma ihtimalinden kaçınmak için retromolar mini vidalar 8 mm'den daha uzun olmamalı ve anterior ramusun altında bukkal retromolar bölgede yerleştirilmelidir.

Hava subkutanöz efizem; yumuşak doku şişliğiyle sonuçlanan, deri veya submukozaya havanın penetre olması durumudur ve rutin dental işlemler sırasında meydana gelebilir (126). Krepitasyonlu ya da krepatasyonsuz mukozanın ani şişmesiyle karakterizedir. Klinisyen retromolar, mandibuler posterior bukkal ve maksiler zigomatik bölgenin alveoler doku boyunca mini vidayı yerleştirirken dikkatli olunmalıdır. Mukozada pilot delik açılırken döner aletler yavaş hızda kullanılmalıdır. Mukoza delindiğinde hava-su spreyi asla kullanılmamalıdır. Kanama ve tükürük kontrolü tükürük emici, pamuk ve gazlı bezle sağlanmalıdır (127).

Nasal ve maksiler sinusun perforasyonu maksiler insizal, maksiler posterior dentoalveoler ve zigomatik bölgelerde mini vida yerleştirirken meydana gelebilir. Posterior atrofik maksila sinüs perforasyonu için risk faktörüdür. Maksiler sinüsün 2 mm'den küçük perforasyonları komplikasyon olmadan kendiliğinden iyileşir. Maksiler sinüs perfore edildiğinde küçük çaplı mini vida hemen çıkarılmamalıdır. Ortodontik tedavi devam etmeli ve hasta, mukosel ve sinüzit açısından izlenmelidir (128). Sinüs perforasyonunu önlemek için alveoler kemiğe daha dik şekilde mini vidayı yerleştirmek tavsiye edilir (103).

Yerleştirme sırasında artmış torsiyonel stresler mini vidada bükülme ve kırılmaya sebep olabilir ya da mini vida stabilitesini bozacak vida çevresindeki kemikte küçük kırıklara sebep olur. Self-drilling mini vidalar, maksimum kemik-vida teması sağlamak için minimal basınçla yavaşça yerleştirilmelidir. Self-drilling mini vidalar kullanılırken dens kortikal kemik bölgesinde pilot delik açılması önerilir. Dens kortikal kemiğe uygulama yaparken kemik ve mini vidada stresi azaltmak için periyodik olarak

1-2 tur geri çevirmek gerekmektedir. Periosteuma ulaşıldığı hissedildiğinde mini vida ilerletilmemelidir (120).

Aşırı ilerletilen vida durumunda mini vida boynuna uygulanan torsiyonel stres artar ve bu da vida kaybına ve yumuşak doku büyümesine yol açar. Mini vida yerleştirilmesi esnasında mini vida başından el aletini hareket ettirmek, torsiyonel strese sebep olmakta bu da mini vida stabilitesini bozmaktadır (129). Literatüre göre ortodontik kuvvet altında mini vidalarda stasyonier ankraj kaybı oranı % 11 ve % 30 arasında değişmektedir (112, 119, 130). Mini vida kaybedildiğinde stabilite tekrar elde edilemeyeceği için çıkarılması ve yeniden yerleştirilmesi gerekir (129). Tedavi süresince mini vidanın stabilitesi; kemik densitesi, vida çevresi yumuşak dokular, mini vida tasarımı, cerrahi teknik ve kuvvet yüklemesine bağlıdır (118, 131).

Stasyonier ankrajın anahtar etkeni kemik yoğunluğudur. Stasyonier ankraj kaybı, yetersiz kortikal kalınlıktan dolayı düşük kemik yoğunluğunun bir sonucudur (129). Nonkeratinize alveoler dokuya yerleştirilen mini vidalar yapışık dişetine kıyasla daha fazla başarısızlık oranı göstermektedir (112).

Mini vida geometrisi ve cerrahi teknik direkt olarak implant çevresi kemikte stres dağılımını etkilemektedir (132). Birçok mini vida kaybı, vida-kemik arayüzünde aşırı stresin sonucunda meydana gelmektedir (133). Self-drilling mini vidalar self tappingle karşılaştırıldığında, daha fazla vida-kemik teması (mekanik kontrol) ve tutma kuvveti vardır (134). Heidemann (135), self tapping mini vidalarla karşılaştırıldığında self drilling mini vidaların yivlerinde daha büyük rezidüel kemik olduğunu rapor etmiştir.

Stasyonier ankraj göz önünde bulundurulduğunda, mini vidanın maksimum kuvvet yüklemesine karşı koyabildiği hala kesin olarak bilinmemektedir (1). Dalstra (136), ince kortikal kemik ve iyi trabekül yapıdaki kemiğe yerleştirilen mini vidada immediat yüklemenin 50 g kuvvetle sınırlı kalması gerektiğini bildirmiştir. Buchter (130), dens mandibuler kortikal kemiğe yerleştirilen mini vidanın 900 g kuvvete kadar klinik olarak stabil kalabileceğini rapor etmiştir. Mini vida stabilitesinin 300 g kuvvet veya daha az kuvvete dayanabileceğini savunan çalışmalar da vardır (130, 137). Zayıf kemik densitesi olan bölgelerde, daha az ortodontik kuvvet uygulayarak uzun vida yerleştirildiği durumda stasyonier ankraj sağlanamaz (3).

Mini vida başıyla temasta olan komşu bukkal mukozada veya mini vida çevresinde minör aftöz ülserasyonlar gelişebilir. İyileşme başlığının takılması, mum pelet, vida başlığına geniş elastik seperatör ve günlük klorheksidin (% 0.12, 10 ml) kullanılması yararlı olacaktır. Özellikle alveoler mukozaya yerleştirilen mini vidalar yumuşak dokuyla kaplanabilmektedir. Yerleştirildikten sonra bir günde kaybedilen alveoler dokunun yığılması ve sürtünmesi, mini vida ve bağlantısının (coil spring, elastik chain vb.) mukozayla kaplanmasına yol açacaktır. Bu durum mini vida stabilitesini riske atar ve hasta mini vidayı düşürdüğünü sanır. Yumuşak doku büyümesi; iyileşme başlığı takılması, mum pelet veya elastik seperatörle minimize edilebilir (138). Ayrıca klorheksidin kullanımı, yumuşak doku büyümesini azaltacak ve epitelizasyonu yavaşlatacaktır. Bazı yazarlar uzun bir mini vidanın (10 mm) yumuşak dokuyla kaplanma olasılığını azaltmak için 2-3 yivini dışarıda bırakacak şekilde parsiyel olarak yerleştirilmesini önerir (139).

Mini vida çevresindeki yumuşak dokunun enflamasyonu, başarısızlık oranını % 30 artırmaktadır. Yumuşak doku yerleştirme sırasında mini vida çevresinde burkulduysa, klinisyen yumuşak doku irritasyonu konusunda dikkatli olmalıdır (118). Bazı klinisyenler alveoler mukozaya yerleştirilen mini vidalarda, ortodontik yükleme yapmadan 2 hafta yumuşak doku iyileşmesini beklemektedir (140).

Çıkarma esnasında mini vida boyun bölgesinden kırılabilir. Dens kortikal kemiğe yerleştirilecek self drilling mini vidaların, minimum 1,6 mm çapında ve 8 mm veya daha uzun olması tavsiye edilir. Mini vida çıkarılırken kırık kemik dokuyla beraber olduysa, kalan kısım trefin ile çıkarılmalıdır (119).

Mini vida yerleştirildikten 3 hafta sonra parsiyel osseointegrasyona uğrayabilmekte bu da çıkarma işlemini zorlaştırmaktadır. Mini vida genellikle ilk müdahaleden yaklaşık birkaç gün sonra komplikasyonsuz çıkarılacaktır (119). Bazı klinisyenler flep açmadan, alveoler doku ince ve gerginse, kortikal kemik ve yumuşak dokuda perforasyon oluşturmak için yavaş hızda bir frez kullanarak transmukozal metotla pilot delik açılmasını tavsiye eder (141).

2.7.7.1. Komşu Organlara Yakınlık ve Kök Hasarı

Mini vida ve kök yüzeyinin birbirlerine olan yakınlığı, mini vida kaybına neden olan başlıca etkenlerden biridir (113). Diş kökü ile yakınlığı olan veya temasta olan

mini vidaların çevresinde daha az kemik teması, stabilitelerinde azalma ve başarısızlık oranında artış tespit edilmiştir (113, 142).

Kuroda ve ark. (113), yerleştirilen vidaların kök yakınlığına göre bir sınıflandırma yapmışlardır:

Sınıf 1, vida kökten tamamen ayrı durumda

Sınıf 2, vidanın apeksi lamina durayla temas halinde

Sınıf 3, vidanın gövdesi lamina durayla temas halindedir.

Kuroda ve ark. (113), 1 yıla kadar ortodontik kuvvet uygulanabilen vida ankrajını başarılı olarak tanımlamıştır. 1-2, 1-3, 2-3 arasında başarı oranı açısından çok büyük fark vardır. Maksillada her üç sınıf ve mandibulada sınıf 1 ve 2, % 75'in üzerinde yüksek başarı oranı gösterirken; mandibulada sınıf 3 % 35 başarı oranı gösterir. Vida ankrajının başarısızlığı değerlendirildiğinde, mini vidanın köke yakınlığının çok önemli bir risk faktörü olduğu sonucuna varılmıştır ve bu durum mandibulada çok daha belirgindir.

Motoyoshi ve ark. (143), 2009'da yaptıkları sonlu eleman analizi çalışmalarında, mini vida ve kök temasını 4 sınıfa ayırmışlardır:

- 1) Temas yok
- 2) Periodontal membran yüzeyinde temas var
- 3) Vida yivi periodontal membrana gömülmüş durumda
- 4) Vida kök teması var

Mini vidanın köke yakın olduğu durumda, kemikte maksimum stres meydana gelir. Vida köke temas ettiğinde, stres 140MPa'ya yükselir ve kemik rezorpsiyonu beklenir. Birçok çalışmada, cinsiyet ve yaş gibi hastaya bağlı faktörlerin başarıyı etkilemediği belirtilmektedir.

Kang ve ark. (144) yaptıkları hayvan çalışmasında, mini vidaların retansiyon periyodunu incelemiş ve ortodontik mini vidaların diş köküyle temas halinde olmasının başarı oranını oldukça düşürmekte olduğu sonucuna varmışlardır. Orta şiddette

etkilenen köklerin sement dokusuyla tamir olabildiği, minimal etkilenen diş köklerinin tamir sürecinden etkilenmediği sonucuna varılmıştır.

Oklüzal kuvvetlerin etkisiyle mini vidada minor hareketlenmeler meydana gelir. Vida çevresinde enflamasyon gelişimi stabiliteyi bozar ve mini vida kaybedilir (113). Mini vida yerleştirilmesi sırasında kök temasından kaçınmak çok önemlidir (144). Komşu iki diş arasında yeterli mesafe yoksa mini vida daha oblik yerleştirilerek kökle temas riski azaltılmalıdır (145).

Mini vidanın kök yüzeyiyle teması sonucunda çevre kemik dokuda oluşan stres fizyolojik limitlerin üzerindedir. Kemiğin kortikal kısmında en yüksek seviyede stres olduğu bulunmuştur. Bu sebeple kortikal kemik kalınlığının ortalama 2 mm olduğu, mandibulada mini vida kayıplarının aynı derecede kök yakınlığı olan maksilladaki vidalara göre daha fazla risk taşıdığı belirtilmiştir (143).

Mandibulada dental implantların başarı oranı, maksilladakinden daha fazla olmasına rağmen, mandibulaya uygulanan mini vidaların başarı oranı maksilladakilerden belirgin düzeyde daha azdır. Maksilla ve mandibula arasında başarı oranındaki bu farklılığın sebebi henüz bilinmemektedir (113).

Mini vidaları kökten daha uzak yerleştirmek için daha dar ve kısa vida seçmek önemlidir. Ancak küçük çaplı vidaların yerleştirirken ve çıkarırken kırılma riski vardır. Ayrıca kısa ve küçük çaplı vidaların, uzun ve kalın vidalara kıyasla kemikle olan mekanik interdişitasyonu daha azdır. Mini vidalarda osseointegrasyondan ziyade mekanik interdişitasyona bağlı olan retansiyon önemlidir. Bu nedenle mekanik interdişitasyonun az olması stabilite açısından dezavantajdır (113). Deguchi ve ark.'larının (146) yaptığı çalışmaya göre interradiküler alanda iskeletsel ankraj için 1,3-1,5 mm çaplı ve 6-8 mm uzunluğundaki mini vidalar önerilmektedir.

Ortodontik kuvvet altında mini vidaların hareket ettiğine dair raporlar bulunmaktadır. Hareket miktarının 1 mm'den daha az olduğu belirtilmiş ve hesap hatası olduğuna dair tartışmalar vardır. Mini vidalar gerçekten ortodontik kuvvet uygulamasıyla hareket etse bile, 1 mm'den az hareket klinik olarak önemsiz kabul edilmektedir (3, 147, 148).

Diş hareketini engellemesi, normal fonksiyonu bozması, canlı dokulara zarar vermesi veya yumuşak dokuları irritasyona uğratması açısından mini vidaanın yerleştirildiği bölge önemlidir (120). Mini vida uygulanan bölgeler; molar distalizasyonunda, molarların kök ucu hizasında bukkal kortikal kemik; kanin distalizasyonunda molarlar arası, molar premolar arası bölge, retromolar bölge, zigomatikomaksiler bölge; molar dişlerin intrüzyonu için zigomatikomaksiler bölge, kesici dişlerin intrüzyonu için ve santral ve lateral dişlerin kökleri arası alveoler bölge, maksiler ve mandibuler posterior dişlerin kök ucu hizasındaki bukkal kortikal kemik, alveoler kret tepesi, anterior nazal spina ve mandibuler simfizden yararlanılmıştır. En çok kullanılan bölgelerden biri komşu dişler arası interradikuler mesafedir. İnterradikuler sahada yerleştirme sırasında kök hasarı olabilir veya tedavi sırasında kökler vidaya doğru hareket edebilir.

Poggio ve ark. (149), 25 maksilla ve 25 mandibulanın volumetrik tomografi görüntüsünü NewTomSystem’la alarak incelenmişlerdir. Her interradikuler boşluk için alveoler krette 2, 5, 8, 11 mm ‘de mesiodistal ve bukkolingual mesafeler ölçülmüştür. Bu çalışmanın sonuçlarına göre; maksillada mesiodistal kemiğin en çok olduğu yer, palatal bölgede 2. premolar ve 1. molar arasındadır. Kemiğin en az olduğu yer, tüber bölgesidir ve bukkopalatinal boyutta en fazla kemik kalınlığı 1. ve 2. molarlar arasındadır. Mandibulada mesiodistal boyutta en fazla 1. ve 2. premolarlar arasındadır ve en az 1. premolar ve kanin arasındadır. Bukkolingual boyutta en kalın kemik 1. ve 2. molarlar arasındadır ve en az 1.premolar ve kanin arasındadır.

Maksiler molar bölgede, sinüs varlığından dolayı tüm vida tiplerinde alveoler kretten 8-11 mm’den fazla vidaların yerleştirilmesinden kaçınılmalıdır. Literatürdeki bazı klinik raporlarda bu anatomik durumun gözden kaçırıldığı izlenmektedir.

Tüber, 20 yaş dişinden dolayı kemiğin kısıtlı olduğu bir bölge olduğundan vida yerleştirmek için genellikle uygun olmayan bir alandır. 20 yaş dişinin çekildiği vakalarda kemiğin miktarı minimum açıklıktaysa, tüber vida uygulaması için yeterli olur.

Güvenli mini vida yerleştirmek için palatal bölge bukkal bölgeden daha uygundur. Palatal kökler arasındaki mesiodistal boşluklar genellikle yeterlidir. Bukkal bölgeye doğru kemik içine vida yerleştirirken bukkal molar köklerin varlığından dolayı

uygun alanlar azalır. Bu bölgede güvenli mini vida yerleştirmek için yerleştirme açısı ve vida şekli kritik öneme sahiptir.

Diş aksına vida dik şekilde yerleştirildiğinde, oblik açıyla yerleştirildiğinden daha erken interradyiküler alana ulaşabilir. Poggio ve ark.'larının (149) çalışmasına göre, kemiğın 6-8 mm derinliğinden daha fazla mini vidanın gömülmemesi gerekmektedir. (Örneğın 1. ve 2. molarlar arasında ortalama bukkolingual ölçümün % 50'si). Uygun kemik derinliğinde uzun vidanın yerleştirilmesine izin vermek için diş aksına 30-40 derece açı yapacak şekilde mini vida yerleştirilmelidir. Uç kısmın azaltılmış çapından dolayı, konik vida yerleştirmek kök hasarı riskini azaltmaktadır.

Mandibulada 1. ve 2. molarlar arasında, 1. molarların mesial kökünün şeklinden dolayı sadece 11 mm'lik derinlikte 1,2-1,5 mm çaplı vidaların yerleştirilebileceğı güvenli bir alan vardır. 1. premolar ve kanin arasında kök yakınlığından dolayı alveoler kretin 8 mm üzerindeki bölge mini vidanın güvenli yerleştirmesi için uygun değerdendir. Interradyiküler alanın sınırlı olması nedeniyle ortodontik kuvvet gibi mekanik yükleme altında mini vida stabilitesi önemli bir klinik sorundur (149).

Liou ve ark. (3), mini vidaların tamamen stabil olmadığını ve ortalama 0,5 mm'den az hareket aralıkları olduğunu belirtmişlerdir. Yine de kemik yüksekliğı ve bölge güvenliyse muhtemel hareket tolere edilebilir. Uygulanan kuvvetin tipi ve yönü, uygulanan periyot, kemik kalitesi, yerleştirme sahasının kalitesi gibi birçok faktör önemli bir role sahiptir.

Interradyiküler mini vidaların klinik uygulaması sırasında kök hasarını önlemek için etkili bazı teknikler vardır (150). Bu teknikler ayrıca vida kırıklarını ve kayıplarını da önlemede faydalı olacaktır. Bunlar:

- Minimum lokal anestezi (periodontal ligamentle temas halindeki vida hastanın ağrı duymasına sebep olur.)
- Daha geniş interradyiküler alana vida yerleştirilmelidir.
- Mümkün olan en kısa ve en küçük vida seçilmelidir.
- Oblik açıyla ve self-tapping yöntemiyle yerleştirilmelidir.
- Torku sınırlayan screw driver kullanılmalıdır.

Büyüme dönemindeki hastalarda daimi diş germeleri mini vidanın uygulanabileceği bölgelerde yer almaktadır. Primer stabiliteyi etkileyen kemiğin kalite ve kantitesi, genç hastalarda daha azdır ve midpalatal bölgedeki sutural büyüme devam etmektedir. Genç hastalarda vida yerleştirilirken dikkat edilmesi gereken noktalar (102);

- Daimi diş germelerine zarar verilmemelidir.
- 15 yaşından küçük olan hastalarda, özellikle maksiler bukkal bölgede başarı oranı oldukça azdır.
- Kortikal kemik boyunca predrilling yapılarak cerrahi travma azaltılabilir.
- Birinci ve ikinci premolarlar arasındaki bölge daha fazla kemik kalitesi sağlar. Bu nedenle bu bölge, ikinci premolar ve birinci molar arasındaki bölgeye alternatif olarak tercih edilebilir.
- İmplantlar, iyileşme ve tedavi süresince üzerine gelecek stresleri azaltmak için daha derine yerleştirilmelidir.
- Hafif devamlı kuvvetlerin kullanımı, ağır kesikli kuvvetlerin kullanımına tercih edilir. Uygulanan kuvvet 150 g kuvveti geçmemelidir.
- Tekrarlayan başarısızlıklarda, midpalatal sutural bölge kullanımı değerlendirilmelidir. Bu bölgedeki kemik kalite ve kantitesi diğer bölgelere kıyasla daha fazladır. Bu bölgede büyüme devam ediyorsa, sutur tam kaynaşmadıysa, yerleşim için paramedian bölgeler değerlendirilmelidir.

2.7.7.2. Mini Vida ve Kök Hasarı ile İlgili Çalışmalar

Baik ve ark. (151), dört klinik vakayı inceledikleri çalışmalarında; moların mesiodistal hareketi için mini vida yerleştirildiğinde 2 hastada ağrı şikayeti ve 2 hastada ağrı ya da farklı bir belirti verdiğini rapor etmişlerdir. Konik ışıklı bilgisayarlı tomografi ile hemen görüntü elde edilip kök hasarı izlenmiş ve mini vida çıkarılmıştır. Diş hareketi sırasında mini vidayla temas olduğu için kök hasarı meydana gelmesine rağmen herhangi bir belirti izlenmemiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre; kök hasarından hemen sonra mini vida uzaklaştırıldığında ağrı, renklenme, vitalite kaybı ve ankiloz gibi herhangi bir belirti rapor edilmemiş olup, vida ve diş kökü arasında temas diş hareketini engellememekte ve vida kaybına sebep olmamaktadır.

Tasharoie ve ark. (152), yaptıkları retrospektif vaka serisi çalışmasında, radyografik muayene ve anamnez verilerine dayanarak 2800 hasta kaydını incelendikten

sonra 29 hastadaki 31 dental implantı çalışmaya dahil etmişlerdir. Paralel kon tekniğiyle alınmış periapikal radyografiler ve pulpa vitalite testi cevapları değerlendirilmiştir. Direkt temas 13 implantta izlenmiş ve 18 implantta komşu dişe 1 mm'den daha az komşuluk tespit edilmiştir. Tüm dişlerde pozitif pulpa cevabı alınmıştır. İmplant diş komşuluğunun en fazla prevalans gösterdiği alan, üst birinci premolar implantları ve üst kanin dişleri arasındadır. Komşuluğun en fazla olduğu diş bölgesi ise kökün apikal üçlüsüdür. Klinik ve radyolojik incelemeler sonucunda implant-diş komşuluğunun dişin pulpa vitalitesiyle ilgili olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Dao ve ark.'nın (8) üç hayvan model üzerinde yaptıkları çalışmada, maksilla ve mandibulaya 60 self-drilling/self-tapping titanyum mini vidalar köklere direkt temas edecek şekilde ya da yakın komşulukta elle yerleştirilmiştir. Kök hasarı bölgelerini seçmek için dijital radyografiler alınmış ve hayvanlar üç ay sonra sakrifiye edilerek mini vida bölgelerinden seri histolojik kesitler alınmıştır. Sement ve dentinde hasar oluşturdıkları histomorfolojik çalışmaya göre 12 haftada pulpal nekroz veya enflamasyon izlenmemiştir. Tüm hasarlı sahalarda sement rejenerasyonu izlenmiş olup kök kırığı meydana gelen dişlerde ankiloz meydana geldiği sonucuna varmışlardır.

Asscherickx ve ark.'nın (153) yaptıkları hayvan deney çalışmasında (beagle dogs), beş hayvana 2 tane sol alt ve 2 tane sağ alt çeneye olmak üzere BSBAs (bracket screw bone anchors)'ler 2-3. ve 3-4. premolar dişler arasına toplamda 20 tane olacak şekilde uygulanmıştır. Kökte görülen defekte, sementin tamamen tamiri, kök boyunca, vida çıkarıldıktan sonra en erken 12 haftada başladığı ve 18 haftalık periyotta tamamlandığı sonucuna varılmıştır.

Kadıoğlu ve ark. (4), tedavi planında 2 maksiler premolar diş çekimi olan 10 hastada, 2 mini vida yerleştirdikten sonra 1. premolar dişi mini vidaya doğru hareket ettirerek kök vida temasını elde etmişlerdir. Deney dişlerinin yarısı 4 hafta diğer yarısı ise 8 hafta vidayla temasta tutulmuştur. Vidalar 5 hastada uzaklaştırılmış ve kalan 5 hastada köklerin geri hareketine izin vermek için spring çıkarılmıştır. Dişler çekilmeden 4 ve 8 hafta iyileşme için retansiyonda bırakılmıştır. Dişler çekildikten sonra taramalı elektron mikroskopisinde incelenmiştir. Mini vidanın diş köküne teması sonucunda dentin ve sement tabakasında rezorpsiyon olduğu ve dişte meydana gelen hasar çok değilse metabolizmanın iyileşme potansiyeli sayesinde rezorbe köklerin sekonder

sement ile tamire uğradığı ve klinik olarak herhangi bir belirti vermediği sonucuna varmışlardır.

Fabbroni ve ark. (6), mandibula kırığı sonrası transalveoler vida yerleştirilmiş hasta kayıtlarını değerlendirdikleri çalışmalarında vida çıkarıldıktan sonra radyografik olarak kök vida teması tespit edilmiş dişlere vitalite testi uygulamışlardır. Çalışmaya 54 erkek ve 1 kadın hastada, 232 vida ve vidaya komşu 440 diş dahil edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, 26 vidada (% 11,2) majör temas ve 37 vidada (% 15,9) minör temas vardır. Dişlerden 70'inde elektronik pulpa testine negatif cevap alınmıştır. Mini vidanın köke teması sonucu dişin devital olduğu ve rezorbe olan köklerin ankiloze olduğu belirtilmiştir.

Shigeeda (154), yaptığı klinik çalışmada, kök yakınlığı ve ortodontik mini vida stabilitesini; 58 hastada 165 mini vidayı (1,6 mm çap; 8 mm uzunluk) periotest denen mobilite test aleti kullanarak ve konik ışıklı bilgisayarlı tomografi (KİBT) olarak incelemiştir. Vida yerleştirildikten sonra KİBT ile bölge görüntülenmiştir. Kök komşuluğu; A, temas yok; B, tek temas; C, multi temas olmak üzere 3 gruba ayrılarak kategorize edilmiştir. Periotest değerleri vida stabilitesini değerlendirmek için kullanılmıştır. Vida kayıp oranı A ve C grupları arasında önemli derecede farklıdır. Mandibulada diş teması olup olmaması vida kayıp oranını değiştirmektedir. A ve C gruplarında periost değerleri mandibulada maksilladan daha yüksektir. Mini vidaların kök teması olmasından bağımsız, mandibulada stabilitelerinin daha az olduğu sonucuna varılmıştır. Yazar, mandibulada kök teması olan mini vidaların düşük stabilitede olmasını daha mobil olmalarıyla açıklamıştır.

Hembree ve ark.'nın (155) hayvanlar üzerinde yaptığı histolojik çalışmada; maksiler 2, 3 ve 4. premolarlar kısa (6 hafta) ve uzun dönem (12 hafta) hasar için rastgele seçilmiştir. Self-tapping vidalar (1,8 x 8 mm) stent yardımıyla yerleştirilmiş ve 6 haftalık aralıklarla tetrasiklin ve kalsein verilmiştir. Hasar durumunu değerlendirmek için histolojik kesitler elde edilmiş ve floresan kullanılarak iyileşme araştırılmıştır. Kuvvet yüklemesi yapılmamış mini vidalar diş kökleriyle teması sağlandıktan sonra kök yüzeylerinde çeşitli derecelerde sementumdan oluşan dokuyla iyileşme göstermiştir. Mini vida yerleştirildikten sonra periodontal dokularda ani ve geniş hasar meydana gelmektedir ve kuvvet yüklemesi yapılmamış mini vidaların kısa ve uzun dönem hasarının benzer olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Renjen ve ark. (156), yaptıkları hayvan çalışmasında 60 self-drilling ve self-tapping mini vidayı premolar ve molar dişler arasına kök hasarı oluşturacak şekilde üretici firmanın kurallarına uygun şekilde yerleştirmişler ve kök komşuluğunu görmek için 60 kökler arası sahadan radyografi almışlardır. Histolojik inceleme için 120 hasar bölgesi seçildikten sonra seri kesitler ve mikro BT taramaları elde edilmiştir. Bu çalışmada hasarlı dişte pulpa nekrozu, eksternal rezorpsiyon ve ankiloz izlenmemiş fakat her hasarlı bölgede tamir sementi bulunmuştur. Mini vida yivlerinde yeni oluşan kemik doku varlığı, mini vidanın osseointegrasyonunu desteklemeye katkı sağlar. Eğer hasar, parçaların ayrılmasına yol açacak şekilde gerçekleşirse dişi çevreleyen kemik dokusunda ankiloz belirtileri izlenir.

Ahmed ve ark. (2), ortodontik tedavi planlarında 4 premolar çekimi olan 17 hastada yaptıkları klinik çalışmada; premolar dişlerin kökleri geçici ankraj vidalarıyla hasar verildikten sonra vidalar uzaklaştırılmış, dişler 4, 8 veya 12 haftalık retansiyon süresinden sonra çekilerek stereomikroskop kullanılarak incelenmiştir. Tamir sementi tamamen hücresel tiptedir ve 12 haftanın sonunda dişlerin % 70'inde iyi bir tamir izlenmiştir. Araştırmanın histolojik bulgularına göre, mini vidanın kök yüzeyinde oluşturduğu hasar sonrası zamana bağlı olarak sementte iyileşme olduğu tespit edilmiştir.

Brisceno ve ark. (157), mini vidayla hasara uğratılmış kök yüzeylerinde sement, periodontal ligament ve kemik dokusundaki iyileşme potansiyelini araştırdıkları hayvan çalışmasında 8 mandibuler diş köküne mini vida yerleştirmişlerdir. Kök teması sağlandıktan sonra mini vidalar uzaklaştırılmış ve 6 veya 12 hafta bu bölgeler iyileşmeye bırakılmıştır. Yapılan histolojik incelemede uygun şartlar altında mini vidayla diş kökünde oluşturulan hasar, sement ve dentin dokusuyla sınırlı olacak şekilde iyileşme göstermiştir. Mini vida yerleştirilmesi sırasında artmış direncin muhtemel kök temasını gösteren bir belirteç olarak kullanılması gerektiğini savunmuşlardır.

Chen SH ve ark. (158), yaptıkları hayvan çalışmasında 1 hayvan mandibulasına 8 mini vida yerleştirilmişlerdir. Bunlardan 4'ü, deney grubu köklerle temas ettirildikten sonra farklı sürelerde vida bekletilmiştir. 3 tanesi, kontrol grubundakiler mini vida ile temas ettirildikten sonra vida hemen çıkarılmış ve bir tanesi kök teması olmadan vida yerleştirilmiş ve 24 hafta bekletilmiştir. 24 hafta sonra tüm hayvanlar kurban edilmiştir. Mini vida ile hasara uğratılmış kökü çevreleyen doku inflamatuvar cevap

vermiştir. Mini vidayla direkt teması olmasa da vidanın yerleştirilmesini takiben 3 hafta sonra kök rezorpsiyonu izlenmiştir. Mini vida yerleştirildikten sonra en erken 3. haftada rezorpsiyon yüzeyi boyunca sementoblast hücreleri izlenmiştir. Kök hasarı çok fazlaysa lezyon alveoler kemikle dolmuştur ve böylece periodontal ligament genişliği korunarak hasarlı kökü alveoler kemik takip etmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre stabil mini vidalar genelde kök komşuluğu olmayan vidalardır.

Chen ve ark. (142), kök temasıyla yerleştirilen mini vidaların stabilitelerini inceledikleri hayvan deneyinde vidanın çıkarılmasından sonra kök tamiri olduğunu gözlemlemişlerdir. Çalışmada 72 mini vida 6 yetişkin hayvanın mandibuler alveoler kemiğine cerrahi teknikle yerleştirilmiş 3 hafta aralıklarla metabolik kemik işaretleme yapılmıştır. Komşu dişin köküyle temasa geçecek şekilde deney grubundaki mini vidalar yerleştirilmiş ve farklı sürelerde tutulduktan sonra çıkarılmıştır. Yerleştirme torku, klinik ölçümler, çıkarma torku ve histolojik bulgular değerlendirildikten sonra mini vida yerleştirilme sırasında komşu kökle temasta olan vidalarda yüksek başarısızlık oranı saptanmıştır. Başarısız olan mini vidaların etrafında fazla miktarda yumuşak doku izlenmiştir. İnflamasyonun fazla olduğu bölgelerde komşu diş kökünden daha fazla rezorpsiyon vardır. Hücresel sement içeren dokuyla tamir gerçekleşmekte ve periodontal ligament aralığı korunarak alveoler kemik oluşmaktadır.

Kang ve ark. (144), çalışmalarında 48 ortodontik mini vidayı 3 hayvana uygulamışlardır. Mini vidaların yarısı köklerle temas edecek şekilde yerleştirilmiş kalanlar ise alveoler kemiğin ortasına yerleştirilmiştir. Mini vidaların yarısına kuvvet yüklemesi yapılmıştır. 8 hafta sonra hayvanlar sakrifiye edilmiş ve örnekler histolojik muayene ile incelenmiştir. Köklerle temas eden mini vidaların başarısızlık oranı % 79,2; alveoler kemiğin ortasına yerleştirilen vidaların başarısızlık oranı % 8,3'tür. Kuvvet uygulamasının başarısızlığa etkisi oldukça düşüktür. Orta derecede hasarlı kök yüzeyleri, normal periodontal ligamentle osteoid ve sementoid dokuyla tamir olmuştur. Bu çalışmaya göre köklerle temasta olan ortodontik mini vidaların yüksek başarısızlık oranı gösterdiği sonucuna varmışlardır.

Kim ve ark. (159) yaptıkları hayvan çalışmasında, her dört kadranın bukkal kısmına dişlerin kökleri arasına 20 adet mini vidayı (1,6 x 8 mm) dental fluoroskopi yardımıyla kökte temas oluşturacak şekilde yerleştirmişler ve sonra sol bölgedeki mini vidaları temasta bırakıp, sağ bölgedeki mini vidaları hemen uzaklaştırmışlardır.

Çalışmada 16 haftaya kadar 4 hafta aralıklarla hayvanlar sakrifiye edilerek histolojik kesitler alınmıştır. Mini vidalar temasta bırakılınca vida yivlerine temas eden bölgeler daha fazla rezorbe olmuştur. Parsiyel tamir 8 haftada başlamıştır. Mini vida temasta bırakılmaya devam edilince iyileşme gerçekleşmemiştir. Mini vidalar periodontal ligamente 1 mm'den daha yakın yerleştirilirse kök yüzeyinde rezorpsiyon meydana gelmektedir.

Maino ve ark. (160), bilateral maksiler darlığı olan ve tedavi planında üst birinci premolar diş çekimi olan hastada yaptıkları klinik çalışmada; ortodontik mini vidalardan (1,5 x 8 mm) üç tanesini mesial bölgeye bir tanesini distal bölgeye olacak şekilde üst birinci premolar dişin komşuluğuna yerleştirmişlerdir. Üst arka braketler yerleştirildikten sonra 0,016'' x 0,022'' paslanmaz çelik ark teli yerleştirilmiştir. Birinci premolar dişin kökünü mini vidaya doğru hareket ettirmek için 1. ve 2. premolar diş arasına 150 g kuvvet uygulayacak şekilde open-coil spring yerleştirilmiştir. Hastalar 2 ay boyunca her 20 günde bir kontrol edilmiş ve mini vida kök teması sağlanınca kuvvet miktarı 200 g kuvvete yükseltilmiştir. Bu durum Sınıf II tedavisinde kullanılan kaydırma mekaniklerinde keser retraksiyonunun klinik durumunu taklit etmektedir. Sağ segmentteki dişler, temas sağlandıktan 3 ay sonra ve sol segmentteki dişler ise ek olarak 2 ay daha bekletildikten sonra çekilerek histolojik muayeneleri yapılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre diş köküne drill veya vida teması sonucunda kökte rezorpsiyon meydana gelmekte, temas kaldırıldığında hücresel sementin depozisyonu ile tamir başlamaktadır. Klinik uygulamalarda, 1,5 mm veya daha ince çaptaki mini vidaların güvenli şekilde kökler arası bölgeye yerleştirilmesi için köklerle en az 3,5 mm mesafe olmalıdır.

Literatürdeki bu çalışmalar incelendiğinde mini vida ve kök hasarı konusundaki eksiklik göze çarpmaktadır. Mini vidalar komşu dişlere zarar vermeden alveolar kemiğe yerleştirilmelidir. Mini vida yerleştirmek için kökler arası bölge kısıtlıdır ve klinisyen için mini vidaların köklere yakın yerleştirilmesi kaçınılmaz olmaktadır. Ayrıca mini vidalar ortodontik kuvvetler sırasında tamamen sabit kalamamakta ve bazı hastalarda alveoler kemikte öne doğru eğilebilmekte, kimi zamansa diş hareket ettirilirken mini vida ile kök yüzeyi temasa geçmektedir. Kök yüzeyiyle temasa geçen mini vida, yüzeyde rezorpsiyonlara yol açmaktadır.

Klinik açıdan küçük bir kemik alanına mini vidayı yerleştirmedeki zorluk, çeşitli hatalara yol açabileceğinden böyle bir durumla karşılaşıldığında kök yüzeyindeki tamir sürecini bilmek önem arz etmektedir. Mini vida kullanımı ile köke uygulanan kuvvet ve tamir süreci daha önce sadece elektron mikroskopuyla ortaya konmuştur. Mikro BT ile üç boyutlu kök yüzeyinde rezorpsiyon paterni incelenmemiştir. Çalışmadaki amaçlarımız:

- Farklı zaman dilimlerinde (4, 8, 12 haftalık) üst premolar dişlerin kökleriyle direkt temasa geçecek şekilde hareket ettirilen dişlerde mini vidaların, kök yüzeyinde oluşturduğu rezorpsiyon hacimlerini üç boyutlu olarak belirlemek.
- Rezorpsiyon sonrası tamir süreci hakkında bilgi edinmek.
- Mini vida kullanımının oluşturduğu yan etkileri göstermek ve bu yan etkilerin eliminasyonu için çeşitli klinik çıkarımlar ve öneriler ortaya koymak.
- Çalışma ile elde edilen tecrübe ve bilgilerin daha sonraki çalışmalar için referans olması ve elde edilen bulguların klinik olarak kullanılmasına ışık tutmak.

3. MATERİYAL ve METOT

Bu çalışmanın yapılabilmesi için, İnönü Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan **2014/22** protokol numarası ile etik onayı alınmıştır (Ek 2). Çalışma, İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalında tedavi olmak amacıyla başvuran, ortodontik tedavi amaçlı diş çekimine karar verilen bireyler üzerinde yapılmıştır. Çalışmaya katılmayı kabul eden bireyler ve veliler; çalışmanın yapılma sebebi, bu süreçte yapılacak işlemler, sürecin ne kadar devam edeceği ve sabit ortodontik tedavi uygulaması hakkında bilgilendirilmiş olup ve aydınlatılmış onam formu alınmıştır (Ek 3).

3.1. Çalışma Gruplarının Oluşturulması

Çalışmaya rutin sabit ortodontik tedavi görmesi gereken, 8-10 mm çapraşıklığı olan, tedavi planlamasında çift taraflı üst birinci premolar diş çekimi olan hastalar dahil edildi. Örneklem büyüklüğü tespiti için G*Power Ver.3.0.10 (Franz Faul, Universtat Kiel, Germany) paket programı kullanıldı. Gruplar arası en yüksek ortalama farkı 0,50 mm³, standart sapma 0,20 mm³ (161), tip I hata (alfa) 0,05 ve tip II hata (beta) 0,10 (güç:0,90) olduğunda; her bir grupta en az 7 birey gerektiği güç analizi ile hesaplandı (Minitab 16.2 for Windows). Çalışma sırasında hastalardan birinde mini vidanın boyun bölgesinde kırık olması, bir hastanın tedavisini yarım bırakması ve 6 hastada çekim sırasında kök kırığı meydana gelmesi sebebiyle 50 hastadan 8'i çalışmadan çıkarıldı ve toplam 42 hasta ile çalışma sonlandırıldı.

Kliniğe gelen hastalardan çalışma kriterlerine uygun olan 13-18 yaş aralığında (ortalama kronolojik yaş 15,15±1,55); 18 erkek (15,26±1,70), 24 kız (15,07±1,47) toplam 42 birey çalışmaya dahil edilmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1 Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş dağılımı

	n	T ₁ Ort±SS	n	T ₂ Ort±SS	n	T ₃ Ort±SS
Mini Vida						
E	5	15,91±1,88	3	13,52±1,29	2	15,83±2,36
K	2	15,58±0,94	4	15,41±0,94	5	14,71±1,03
Toplam	7	15,81±1,59	7	14,60±1,42	7	15,03±1,39
Spring						
E	4	16,49±1,25	3	16,49±1,25	1	14,00
K	3	15,05±2,02	4	15,05±2,02	6	14,87±2,24
Toplam	7	15,05±0,93	7	15,67±1,87	7	14,74±2,07
E	18	15,26±1,70				
K	24	15,07±1,47				
Genel toplam	42	15,15±1,55				

n: Birey sayısı, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, T₁: 1. Ay, T₂: 2.ay, T₃: 3.ay, E: Erkek, K: Kadın

Yapılan literatür araştırmasına göre çalışmaya dahil edilme kriterlerinin belirlenmesi için benzer konuda yapılan çalışmalar rehberliğinde (2, 4, 162) aşağıdaki kriterlere uyan hastalar çalışmaya dahil edilmiştir.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- Üst çenede 8-10 mm çapraşıklık bulunması
- İki birinci premolar çekimli sabit tedavi endikasyonu konulmuş olması
- Kuvvet uygulanacak dişlerde apeksifikasyonun tamamlanmış olması
- Dişlerin konum olarak birbirine yakın olması
- Daha öncesinde sabit ya da hareketli aparey kullanmamış olması

Hastaların çalışmaya dahil edilmeme kriterleri:

- Üst çenede 6-8 mm' den az çapraşıklık olması
- Şiddetli iskeletsel anomali veya kraniyofasiyal anomalisinin olması
- Hasta kooperasyonunun sorunlu olması
- Hastanın oral hijyenin yetersiz olması veya aktif periodontal hastalığının olması
- Hastanın ortodontik tedavide kullanılan metal malzemelere karşı alerjisinin olması
- Hastanın dentisyonu etkileyecek medikal hikayesinin olması
- Travma, diş sıkma, parafonksiyonel alışkanlıklarının olması

3.2. Deney Gruplarının Tanımlanması

Çalışma tasarlanırken prospektif ve kesitsel bir çalışma olarak planlandı. Araştırmanın hedefleri doğrultusunda; mini vida ile kök temasından sonra oluşan kök rezorpsiyonunun iyileşme sürecinde etkenin eliminasyonunun mu (mini vidanın çıkarılması) yoksa kuvvetin eliminasyonunun mu (springin uzaklaştırılması) daha etkili olduğunu test edebilmek için gruplar aşağıdaki şekilde planlandı.

Çalışmada her hastada 14 nolu diş pozitif kontrol grubu ve 24 nolu diş ise aşağıda açıklandığı gibi deney grubu olarak belirlendi. Kontrol grubu ‘k’, deney grubu ‘d’ olarak gösterilmiştir (Tablo 3.2, Şekil 3.1, 3.2).

M1d : Mini vida çıkarılmasını takiben, 4 haftalık tamir sürecinden sonra çekilen 24 nolu dişler. Etken uzaklaştırıldı (mini vida çıkarıldı), kuvvet mevcut (spring ağızda).

M1k : Mini vida ve spring uygulamasından 4 hafta sonra, mini vida ve kök teması sağlandıktan sonra çekilen 14 nolu dişler

M2d : Mini vida çıkarılmasını takiben, 8 haftalık tamir sürecinden sonra çekilen 24 nolu dişler. Etken uzaklaştırıldı (mini vida çıkarıldı), kuvvet mevcut (spring ağızda).

M2k : Mini vida ve spring uygulamasından 4 hafta sonra, mini vida ve kök teması sağlandıktan sonra çekilen 14 nolu dişler

M3d : Mini vida çıkarılmasını takiben, 12 haftalık tamir sürecinden sonra çekilen 24 nolu dişler. Etken uzaklaştırıldı (mini vida çıkarıldı), kuvvet mevcut (spring ağızda).

M3k : Mini vida ve spring uygulamasından 4 hafta sonra, mini vida ve kök teması sağlandıktan sonra çekilen 14 nolu dişler

S1d : Springin çıkarılmasını takiben, 4 haftalık tamir sürecinden sonra çekilen 24 nolu dişler. Etken ağızda (mini vida), kuvvet uygulanmıyor (spring uzaklaştırıldı).

S1k : Mini vida ve spring uygulamasından 4 hafta sonra, mini vida ve kök teması sağlandıktan sonra çekilen 14 nolu dişler

S2d : Springin çıkarılmasını takiben, 8 haftalık tamir sürecinden sonra çekilen 24 nolu dişler. Etken ağızda (mini vida), kuvvet uygulanmıyor (spring uzaklaştırıldı).

S2k : Mini vida ve spring uygulamasından 4 hafta sonra, mini vida ve kök teması sağlandıktan sonra çekilen 14 nolu dişler

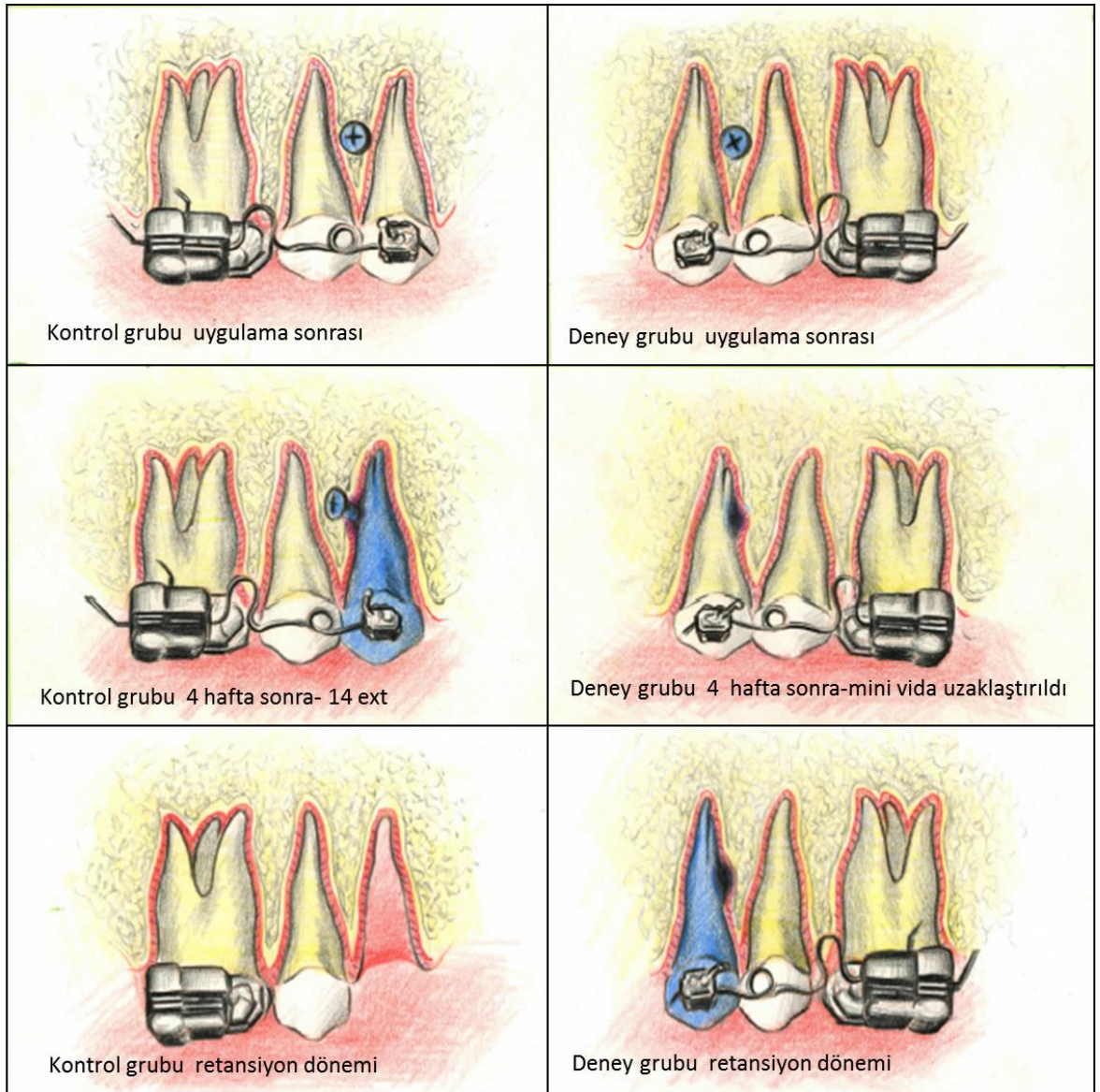
S3d : Springin çıkarılmasını takiben, 12 haftalık tamir sürecinden sonra çekilen 24 nolu dişler. Etken ağızda (mini vida), kuvvet uygulanmıyor (spring uzaklaştırıldı).

S3k : Mini vida ve spring uygulamasından 4 hafta sonra, mini vida ve kök teması sağlandıktan sonra çekilen 14 nolu dişler

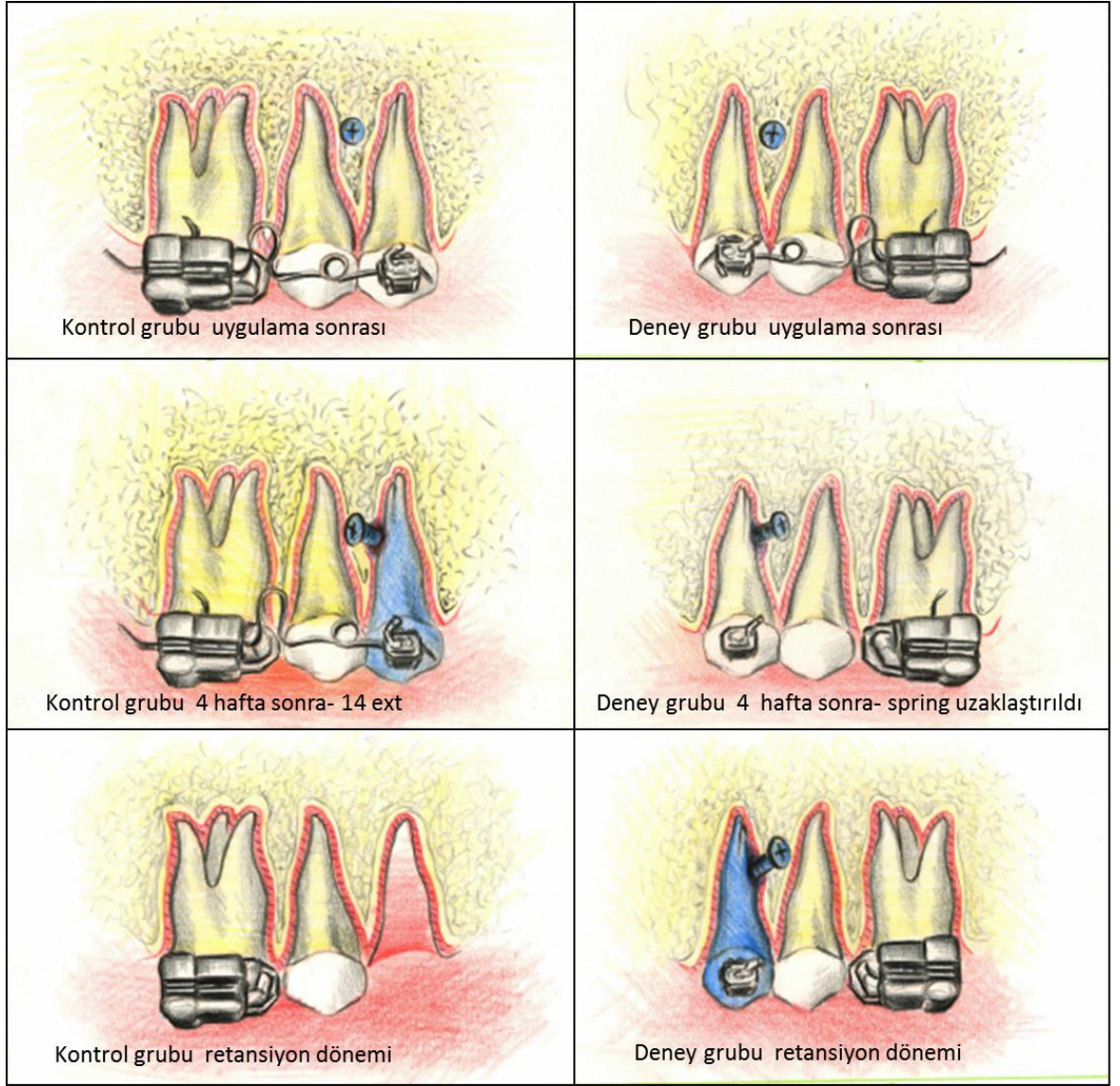
Tablo 3.2 Çalışma tasarımı

Grup	Uygulama	T0		T1		T2		T3
M1d	Mini vida ve spring uygulaması + periapikal film	Periapikal + mini vidanın uzaklaştırılması		24 ext		ds		ds
M1k	Mini vida ve spring uygulaması + periapikal	Periapikal + 14 ext		ds		ds		ds
M2d	Mini vida ve spring uygulaması + periapikal	Periapikal + mini vidanın uzaklaştırılması		bekleme		24 ext		ds
M2k	Mini vida ve spring uygulaması + periapikal	Periapikal + 14 ext		ds		ds		ds
M3d	Mini vida ve spring uygulaması + periapikal	Periapikal + mini vidanın uzaklaştırılması		bekleme		bekleme		24 ext
M3k	Mini vida ve spring uygulaması + periapikal	Periapikal + 14 ext		ds		ds		ds
S1d	Mini vida ve spring uygulaması + springin çıkarılması	Periapikal + springin çıkarılması	1 ay	24 ext	1 ay	ds	1 ay	ds
S1k	Mini vida ve spring uygulaması + periapikal	Periapikal + 14 ext		ds		ds		ds
S2d	Mini vida ve spring uygulaması + periapikal	Periapikal + springin çıkarılması		bekleme		24 ext		ds
S2k	Mini vida ve spring uygulaması + periapikal	Periapikal + 14 ext		ds		ds		ds
S3d	Mini vida ve spring uygulaması + periapikal	Periapikal + springin çıkarılması		bekleme		bekleme		24 ext
S3k	Mini vida ve spring uygulaması + periapikal	Periapikal + 14 ext		ds		ds		ds

ds: deney sonlandırıldı, ext: diş çekimi



Şekil 3.3.1. M1, M2 ve M3 deney ve kontrol gruplarının çalışma tasarımı



Şekil.3.3.2. S1, S2, S3 deney ve kontrol gruplarının çalışma tasarımı

3.3. Klinik Uygulama

Klinik uygulamada kullanılan malzemeler Tablo 3.3'te gösterilmiştir. Üst birinci molar diş bantlar (Seamless Bands, 3M Unitek), cam iyonomer simanla (Ketac, 3M ESPE) yapıştırıldı. Üst birinci premolar dişlere 0.022 inç slotlu kendinden bağlanan (self ligating) braketler (Empower, AO), ortodontik kompozitle (Transbond XT, 3M Unitek) yapıştırıldı. Kuvvet kaynağı olarak TMA (BT3 14''x.017''x.025'', G&H) kantilever zemberekler, üst birinci molar ve üst birinci premolar diş arasında uzanacak şekilde yerleştirildi (Şekil 3.3). Tipping hareketi sırasında dişlerin olası çatışmalarını önlemek için okluzyonun yükseltilmesinde mandibuler molarların okluzal yüzeyleri ışıkla polimerize cam iyonomer siman (Multi-cure Glass Ionomer Orthodontic Band Cement, 3M Unitek) ile dolduruldu.

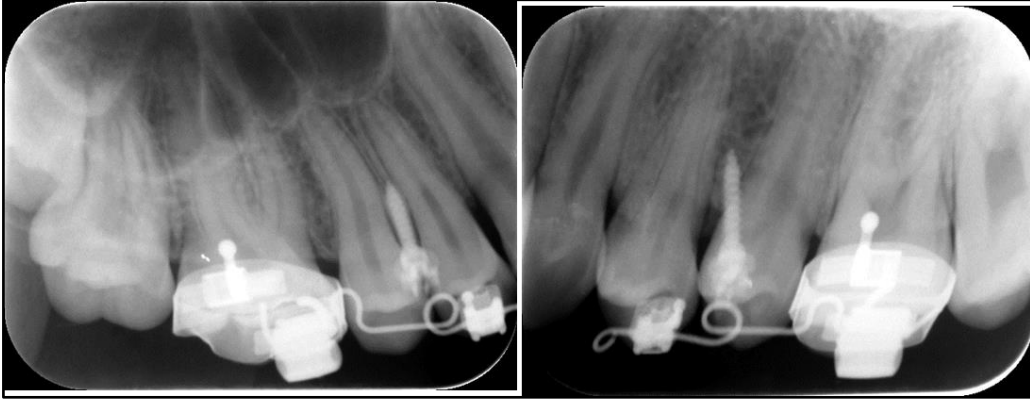
Tablo 3.3 Klinik uygulamada kullanılan malzemeler

Kullanılan Malzemeler	Ticari İsmi	Ürün Kodu	Üretim Yeri
Kompozit Adeziv	Transbond XT, 3M Unitek	712-035	CA, USA
Cam İyonomer Siman	Ketac, 3M ESPE	37230	Seefeld, Germany
Işıkla polimerize olan cam iyonomer siman	Multi-cure Glass Ionomer Orthodontic Band Cement, 3M Unitek	712-050	Monrovia, USA
Ortodontik Tel	BT3 Beta Straight Lengths 14''x.017''x.025'', G&H	STB31725	IN, USA
Kendinden Bağlanan (self ligating) braketler	Empower, 0.022'' slot, AO	585-4106	Wisconsin, USA
Ortodontik Mini Vida	Aarhus screw 1.6 bracket head 8.0/1.5/11.2mm, Medicon	68.99.30 A	Tuttlingen, Germany
Molar Diş Bandı	Seamless Bands, 3M Unitek	W 080-253	Monrovia, USA
LED Işın Cihazı	Elipar S10, 3M ESPE	76951	Seefeld, Germany
Tweed Pensi	Tweed, Dentaaurum	012-351-00	Ispringen, Germany
Kesici Pens	Side Cutter, Dentaaurum	016-153-00	Ispringen, Germany
Bird Beak Pens	Bird Beak, Dentaaurum	004-139	Ispringen, Germany
Kumpas	Caliper, Dentaaurum	916-90-122	Ispringen, Germany
Kuvvet Ölçer	Measuring gauge, Dentaaurum	040-711-00	Ispringen, Germany

Aynı seans üst birinci premoların distaline olabildiğince yakın olacak şekilde sağ ve solda birer adet toplamda 2 adet mini vida (Aarhus screw 1.6 bracket head 8.0/1.5/11.2mm, Medicon) yerleştirildi. Böylece kökün uzun süre distal tipping hareketi yapmasından kaçınılmış oldu. Uygulamadan sonra mini vida konumu iki araştırmacı (ÖÇ, SM) tarafından periapikal radyografi alınarak kontrol edildi (Şekil 3.4, 3.5).



Şekil.3.3.3. Spring ve mini vida uygulanan hastanın ağız içi fotoğrafları



Şekil.3.3.4. Uygulama sonrası alınan periapikal radyografiler



Şekil.3.3.5. Uygulamadan 4 hafta sonra alınan periapikal radyografiler

3.4. Dişlerin Çekimi

Her bireyin 14 numaralı dişi mini vida uygulamasından sonra yaklaşık 4. haftada periapikal radyografi ile diş kökü mini vida teması kontrol edilerek çekildi. Karşı segmentteki diş de ilk 4 haftalık uygulama aynı olup mini vida ile kök teması sonrasındaki tamir sürecini araştırmak için 4, 8 ve 12. haftalarda diş çekimi yapıldı. Dişe uygulanan kuvvet, ağız içi kuvvetölçer (Measuring gauge, Dentaurem) yardımıyla ölçüldü ve yaklaşık 150 g kuvvet olacak şekilde spring aktive edildi. Sonuçta 42 çalışma, 42 pozitif kontrol olmak üzere toplam 84 diş çalışmada kullanıldı.

Diş çekimleri lokal anestezi (Ultracain D-S ampul, İstanbul, Türkiye) altında aynı cerrah tarafından yapıldı. Kök yüzeyine zarar vermemek için çekim sırasında

davyenin kök yüzeyiyle temas etmemesine dikkat edildi. Çekimden sonra dişler üzerindeki kan ve doku artıklarını uzaklaştırmak için kök yüzeylerine dokunulmaksızın izotonik solüsyonla yapılan basınçsız yıkama işlemini takiben oluşan kök rezorpsiyonunu klinik ortamda bir büyüteç yardımıyla tüm dişlerde gözlendikten sonra steril tüplere aktarıldı. Böylece mini vida ve kök teması ile oluşan rezorpsiyon kraterlerinin varlığı doğrulanmış oldu (Şekil 3.6). Bu işlemin ardından mikro BT cihazına yerleştirilerek tarama işlemine geçildi.



Şekil.3.3.6. Çekilmiş sağ ve sol diş örnekleri

3.5. Üç Boyutlu Kök Yüzey İncelemesi

Hastalardan çekilen dişlerin kök yüzeyindeki rezorpsiyon krater hacim ve sayısının değerlendirilmesi için Mikro BT yöntemi kullanıldı. Çalışmada kullanılan masa üstü tip SkyScan 1172 (Kontich, Belgium) Mikro BT sistemi yüksek voltajla desteklenen bir mikro odaklanma tüpü, hassas manipülatöre sahip bir numune taşıyıcı, görüntü yakalayıcıya bağlı bir X-ray CCD (Charge-Coupled Device) kamera ve Dual Intel Xenon (Intel, LA, USA) işlemciye sahip bir bilgisayardan oluşmaktadır (Şekil 3.7).

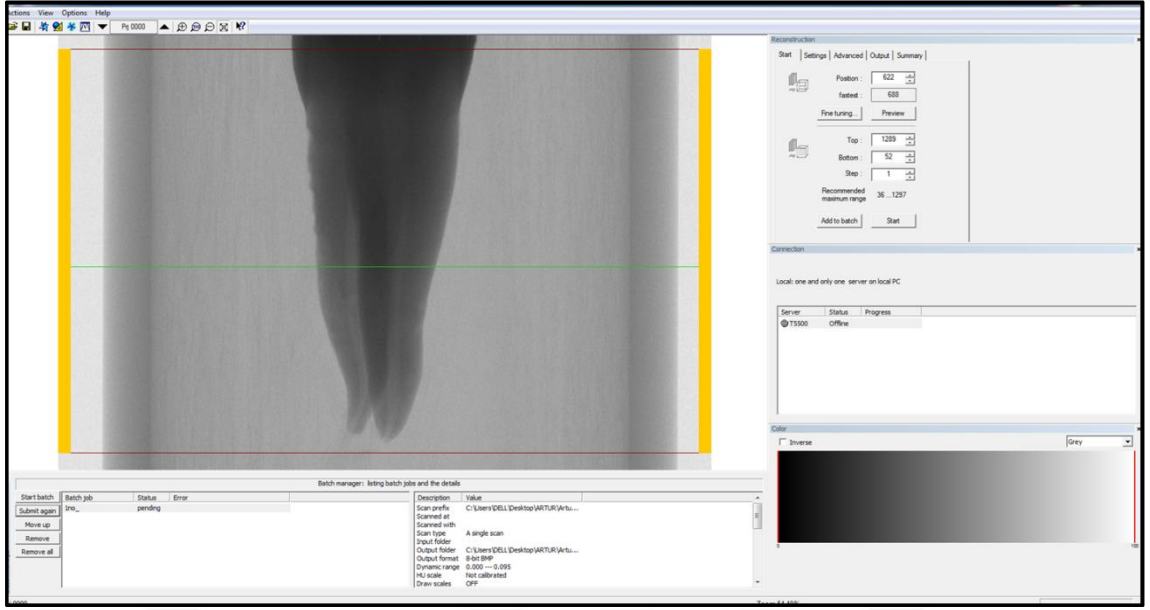


Şekil.3.3.7. Taramalar için kullanılan Skyscan 1172 Mikro BT sistemi

Örnekler tarama için SkyScan 1172 Mikro BT (Kontich, Belgium) cihazına yerleştirilerek 100 kV güç, 100 mA akımla, 0,5 mm alüminyum ve bakır filtre kullanılarak 11 Mp kamera yardımıyla, her bir örnekten yaklaşık olarak 9,0 mikron kalınlığında toplam 1300-1350 kesit görüntüsü alındı. Dışların taranmasında 360 derece rotasyon kullanılırken, rotasyon adımı 0,40 derece olarak belirlendi. Bu ayarlarda tarama süresi yaklaşık olarak her bir çekim için 50-55 dakika sürmektedir. Kesitlerden alınan DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) uyumlu görüntüler BMP (Bit Map Picture) formatına dönüştürüldü. Her bir kesit görüntüsünün çözünürlüğü 2000x2000 piksel ve piksel boyutu 13,68 mikron olarak elde edildi.

3.6. Mikro BT Görüntülerinin Analize Hazırlanması

Mikro-BT taraması sonrası elde edilen ham radyolojik görüntüler NRecon 1.6.9.4 (SkyScan, Kontich, Belgium) programında görüntü yumuşatma (Smoothing) 3 birim, halkasal görüntü hatalarının düzeltimi (Ring Artifact Correction) 1 birim ve x ışını sertleştirme (Beam Hardening Correction) için % 50 düzeltme oranı kullanılarak görüntü kirlilikleri ve radyolojik artefaktlar elimine edildi ve görüntü matematiksel analiz için hazır hale getirildi (Şekil 3.8).



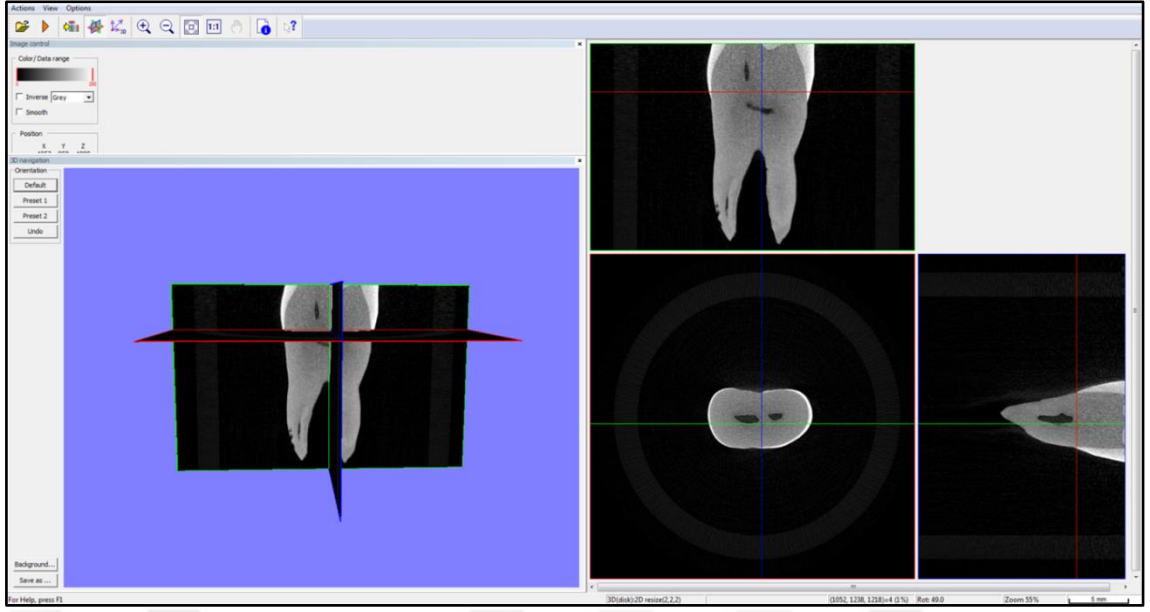
Şekil 3.3.8. NRecon 1.6.9.4 (Skyscan, Kontich, Belgium) programında görüntünün analize hazırlanması

3.7. Mikro BT Görüntülerinin Analizi

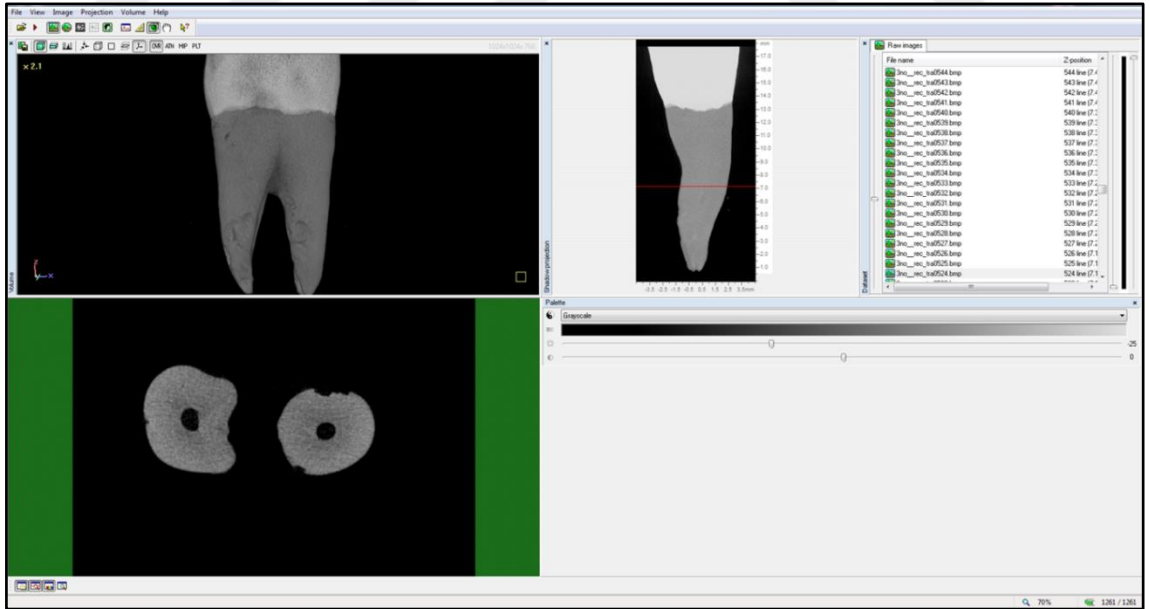
Görüntülerin analizi için yüksek kapasiteli bir çalışma istasyonu (Dell Precision T5500, Dell Company, Austin, Texas, SA) kullanıldı.

İşlenen radyolojik görüntülerin SkyScan Dataviewer 1.5.2 64 bit (SkyScan, Kontich, Belgium) programı kullanılarak; sagittal, transversal ve vertikal olarak uzayın her 3 düzleminde konumsal hataları giderildi. Radyolojik görüntü alanları dışındaki gereksiz bölgeler uzaklaştırılarak görüntü boyutları küçültüldü ve bilgisayarda matematiksel analizin daha hızlı yapılmasına uygun hale getirildi (Şekil 3.9).

Elde edilen yeni veri serisi CTAn 1.15.4.0 (SkyScan, Kontich, Belgium) programına dosya aç menüsü kullanılarak yüklendi ve transversal kesitlerde servikoapikal yönde lezyonun başladığı ilk kesit ve bittiği son kesit belirlenerek aktif inceleme alanı sınırlandırıldı (Şekil 3.10).



Şekil.3.3.9. Dataviewer 1.5.2 64 bit (Skyscan, Kontich, Belgium) programı ile konumsal hataların giderilmesi

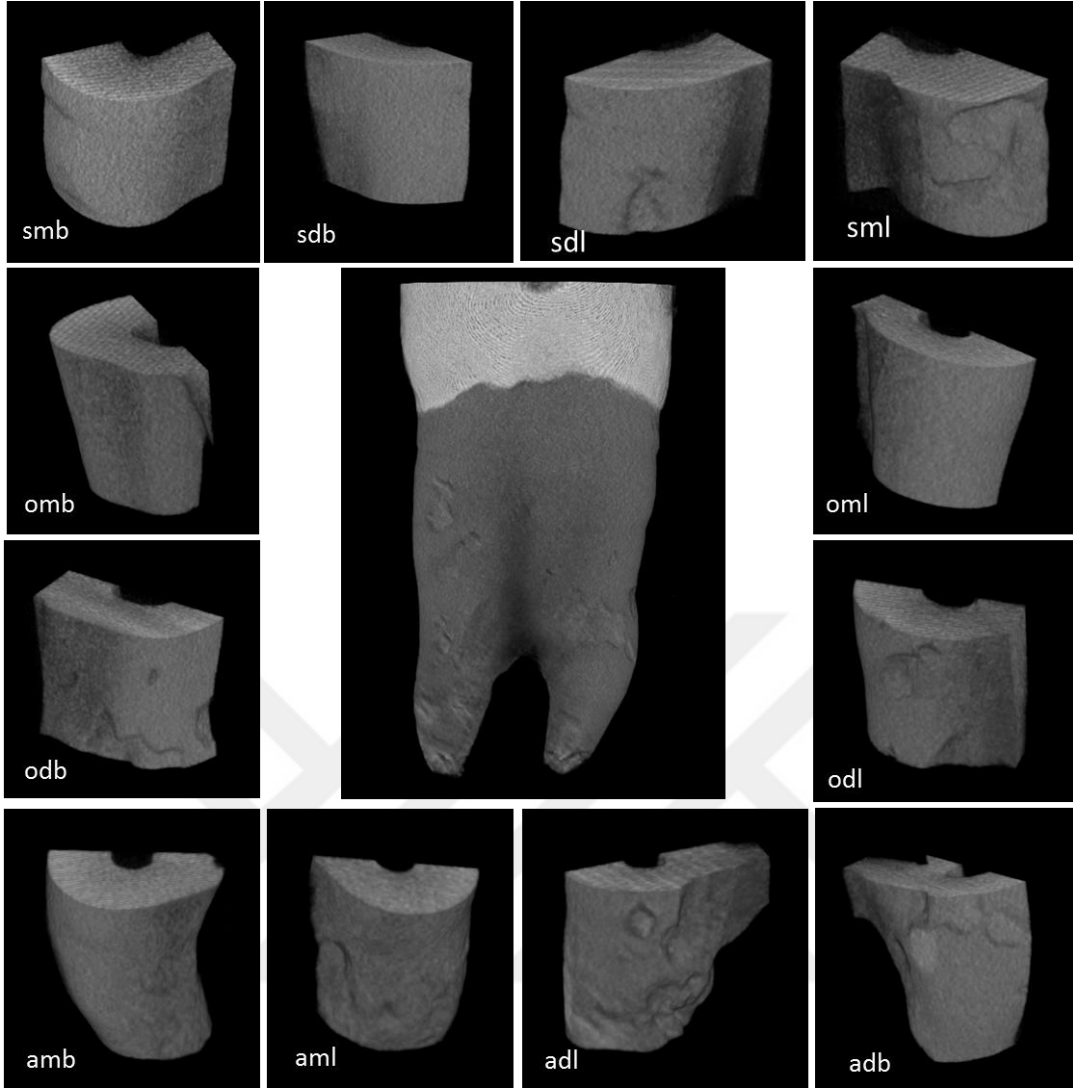


Şekil.3.3.10. CTAn 1.15.4.0 (SkyScan, Kontich, Belgium) programı ile inceleme alanı sınırlandırılması

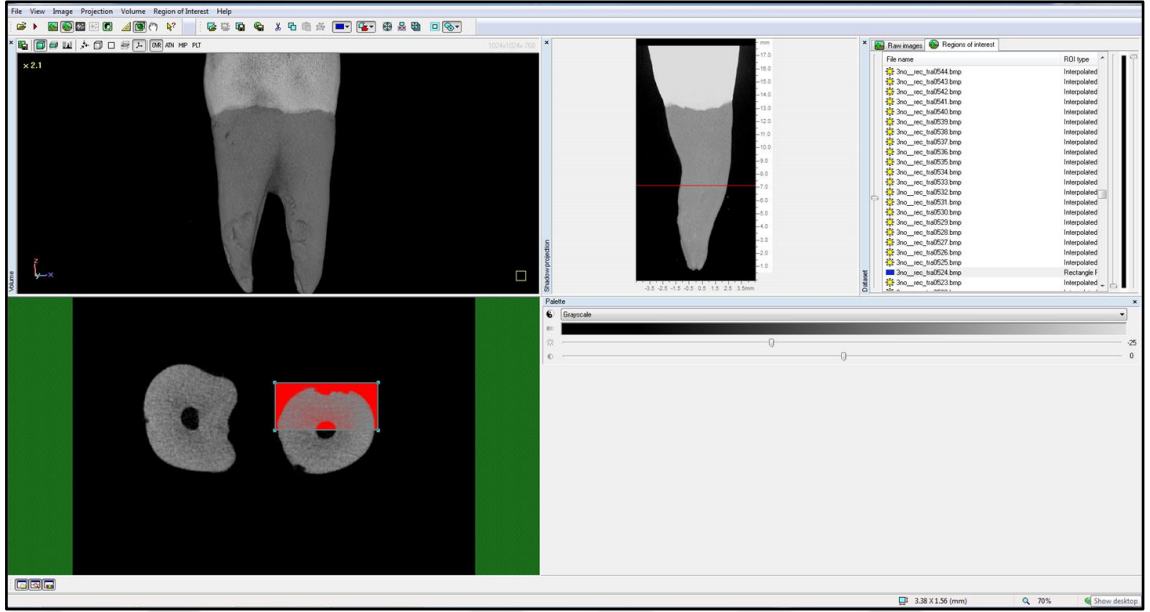
Kök yüzeyindeki rezorpsiyon krater hacimleri analiz edilirken, tüm kök yüzeyi vertikal olarak servikal, orta ve apikal olmak üzere üç kısma; sonra her bir kısım dört alt bölgeye (mesiobukkal, mesiolingual, distobukkal, distolingual) ayrıldı. Böylece diş kökü toplamda 12 bölgeye ayrılarak değerlendirilmiş oldu (Şekil 3.11).

Bölgelerin Tanımlanması

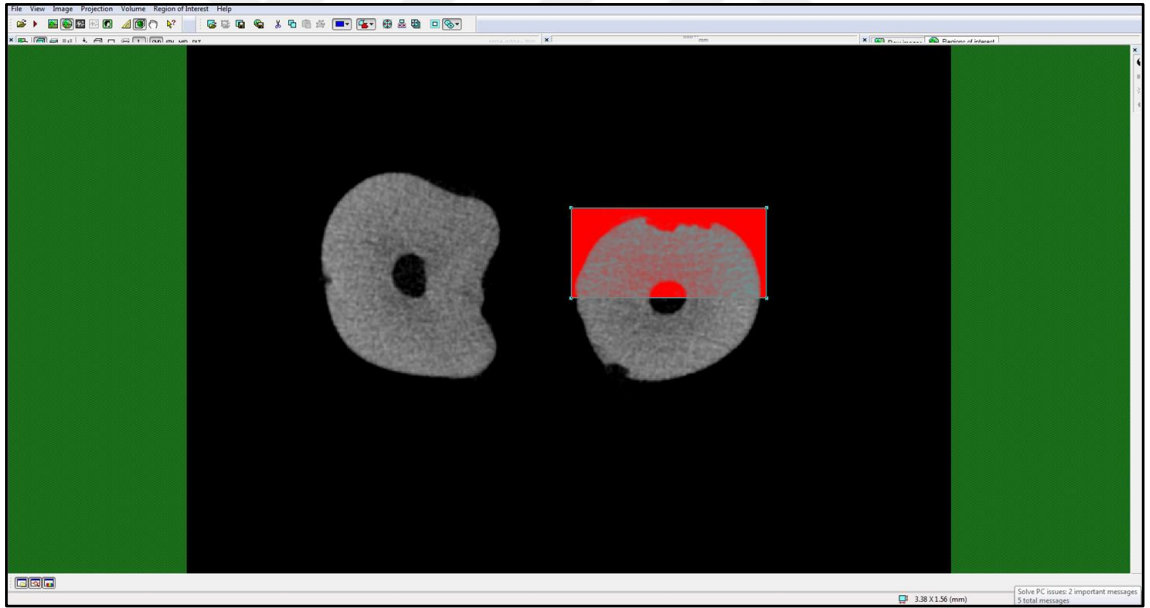
smb	:	Servikal mesiobukkal bölge
sdb	:	Servikal distobukkal bölge
sml	:	Servikal mesiolingual bölge
sdl	:	Servikal distolingual bölge
omb	:	Orta mesiobukkal bölge
odb	:	Orta distobukkal bölge
oml	:	Orta mesiolingual bölge
odb	:	Orta distobukkal bölge
amb	:	Apikal mesiobukkal bölge
adb	:	Apikal distobukkal bölge
aml	:	Apikal mesiolingual bölge
adl	:	Apikal distolingual bölge



Şekil.3.3.11. Bölgelerin tanımlanması

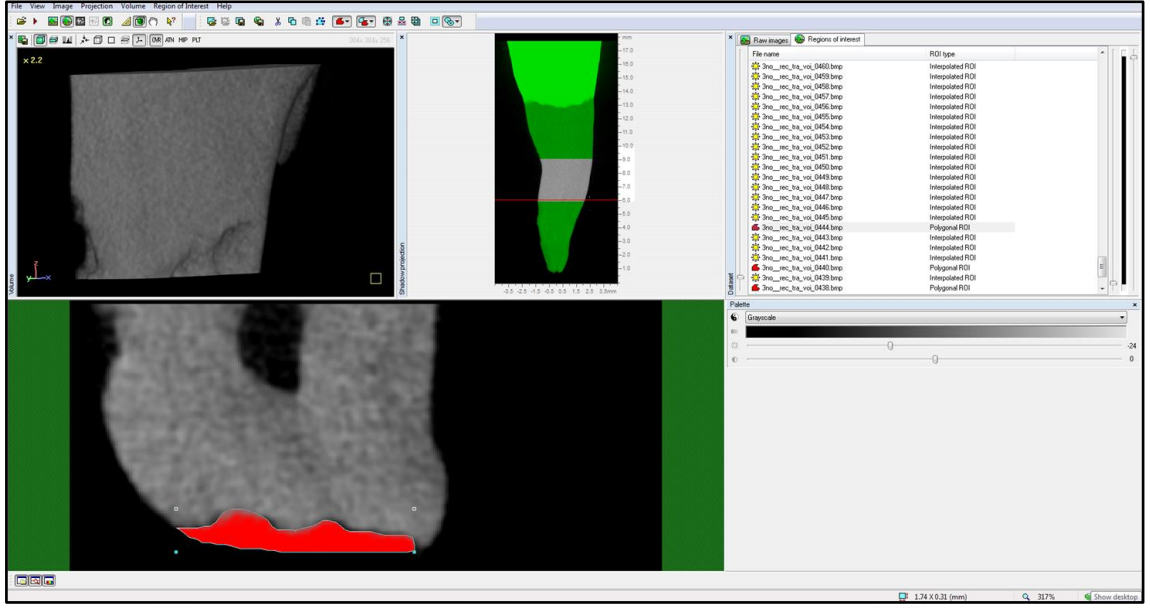


Şekil.3.3.12. Bölgesel ayrıştırma (Region of Interest)

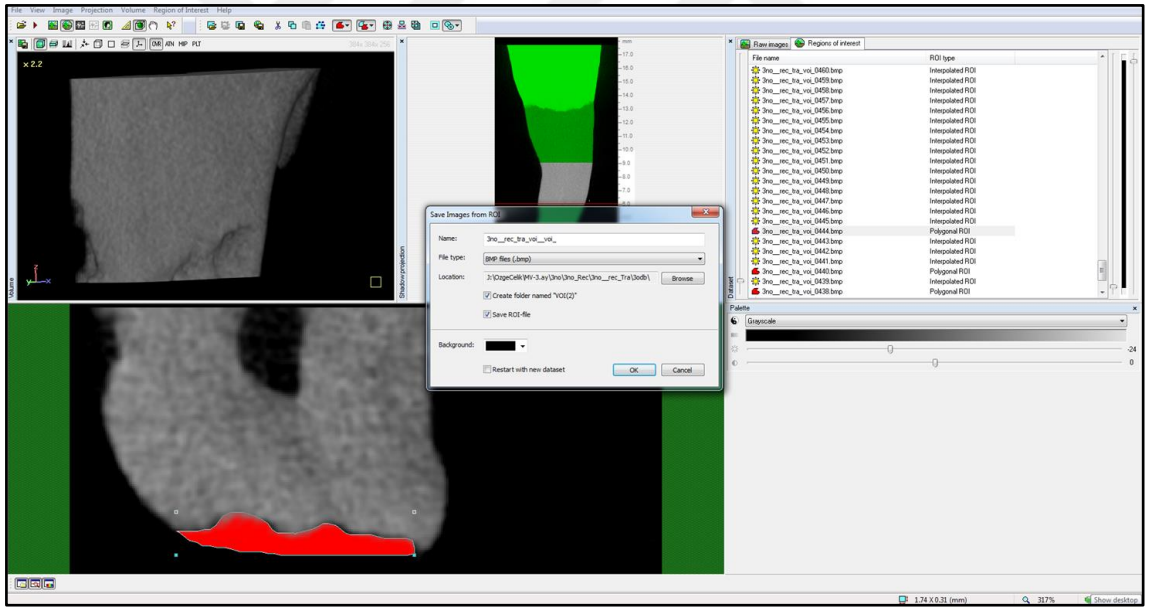


Şekil.3.3.13. Bölgesel ayrıştırma (Region of Interest)

Daha sonra rezorpsiyon bölgesi CTAn 1.15.4.0 (SkyScan, Kontich, Belgium) programında Bölgesel Ayrıştırma (Region of Interest) fonksiyonu ile etraftaki sağlam sement dokusundan ve dış yüzeydeki hava boşluğundan ayrılarak rezorpsiyon krateri her 3 düzleminde diğer dokulardan ayrıştırıldı (Şekil 3.12, 3.13, 3.14, 3.15).

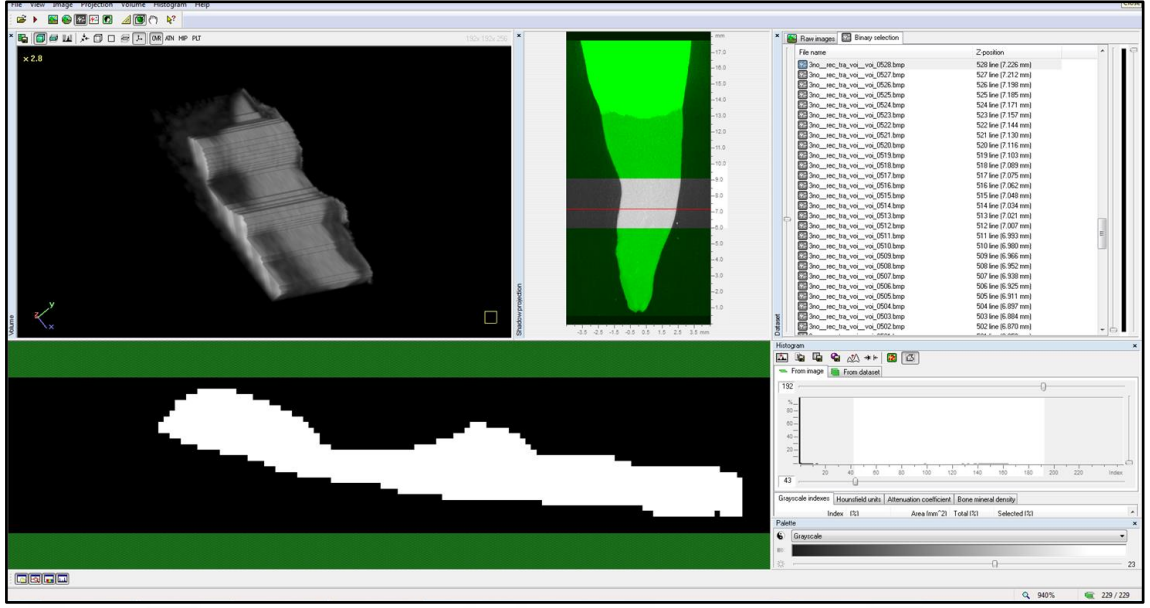


Şekil.3.3.14.Bölgesel ayrıştırma (Region of Interest)



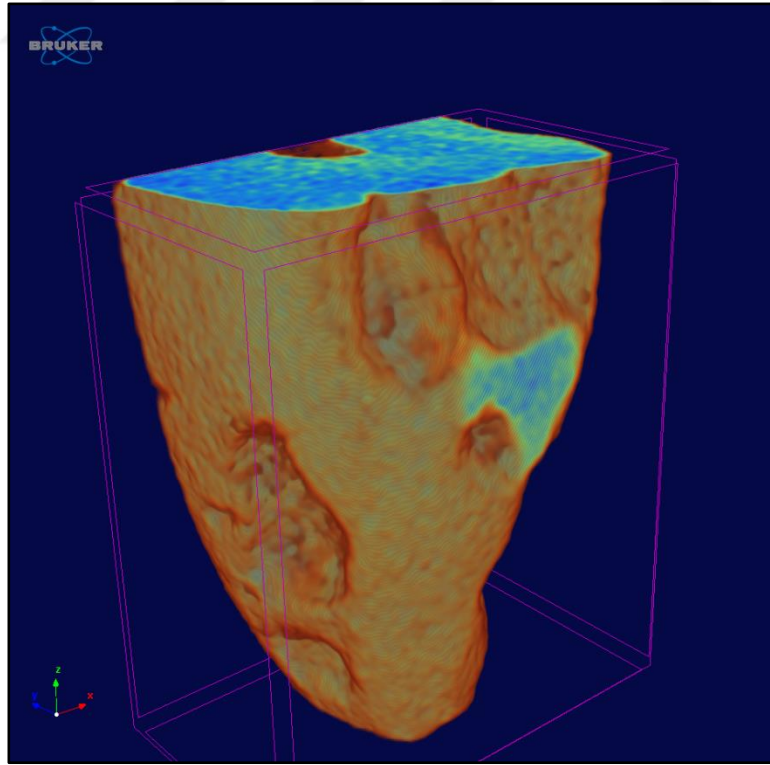
Şekil.3.3.15.Bölgesel ayrıştırma (Region of Interest)

İkinci aşamada lezyon alanı siyah-beyaz görüntü (Binary Page) sayfasına geçilip rezorpsiyon kraterini belirlemek için uygun çalışma aralığı (Theresholding) belirlendi. Son aşamada özel işlemler sayfasına (custom processing) geçildi ve standart olarak her numune için aynı görev listesi (Task List) kullanılarak rezorpsiyon kraterine ait hacim ve sayı hesapları yapıldı (Şekil 3.16).

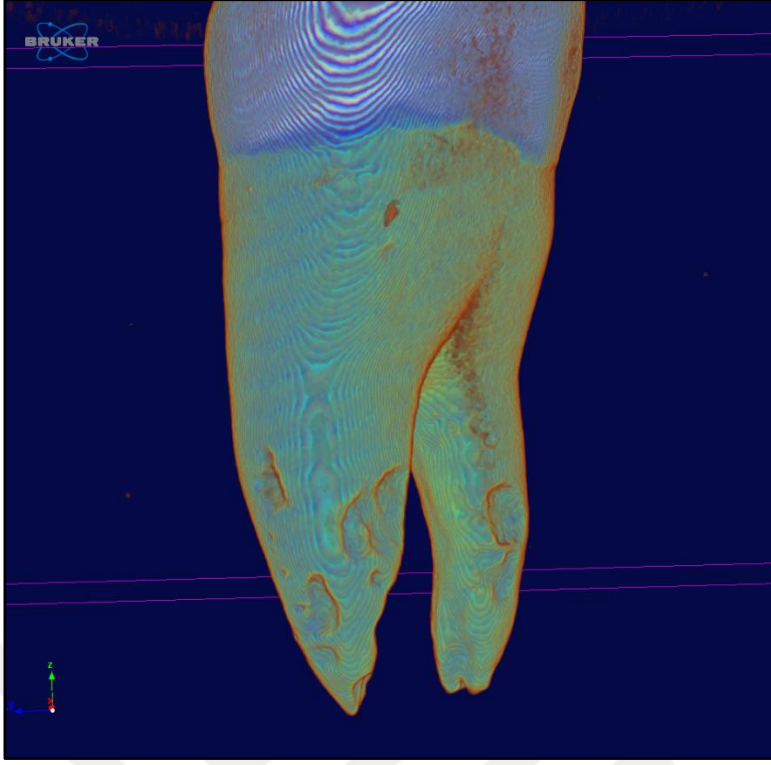


Şekil.3.16.Siyah-beyaz görüntü (Binary Page)

Çalışmamızda görsel olarak daha iyi görüntü elde etmek için CTVox (SkyScan, Kontich, Belgium) programı kullanılarak numunelerden birkaç tanesinden üç boyutlu modeller elde edildi (Şekil 3.17, 3.18)



Şekil.3.17.CTVox ile rezorpsiyon kraterlerinin üç boyutlu modellemesi



Şekil.3.18.CTVox ile rezorpsiyon kraterlerinin üç boyutlu modellemesi

3.8. İstatistiksel Yöntem

Test edilen gruplardaki örnek sayısı dikkate alındığında; kök yüzeyindeki rezorpsiyon kraterlerinin hacmi ve sayısı ile ilgili verileri değerlendirmek için non parametrik istatistiksel testler seçildi. Tanımlayıcı istatistiksel verilerde ortalama ve standart sapma kullanıldı.

Kök yüzeyinde mini vida ile hasar oluşturduktan sonra oluşan rezorpsiyon kraterleri üzerinde etkenin (mini vida) veya kuvvetin (spring) eliminasyonu ve farklı bekleme sürelerinin etkisini değerlendirebilmek için her grupta önem kontrolünde dişler kendi kontrolleri ile karşılaştırıldı. Grup içi karşılaştırmada Kruskal Wallis tek yönlü varyans analizi ve gruplar arasındaki farkın kaynağını araştırmak için Bonferroni düzeltilmeli Mann Whitney-U testi uygulandı. Gruplar arası ikili karşılaştırmada ise Mann Whitney U testleri kullanıldı. Tüm değerlendirmelerde $P < 0,05$ düzeyi anlamlı kabul edildi.

İstatistiksel analizler SPSS 22 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) programı kullanılarak gerçekleştirildi.

4. BULGULAR

Araştırmada kullanılan hacim ve sayı değerlerine ait tanımlayıcı istatistiksel veriler ve karşılaştırmalar Tablo 4.1, 4.2, 4.3, 4.4’de gösterilmiştir.

4.1. Deney ve Kontrol Gruplarının Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Açısından Karşılaştırılması

Tablo 4.1’de deney ve kontrol gruplarına ait rezorpsiyon kraterlerinin toplam hacim dağılımının tanımlayıcı istatistik değerleri ve karşılaştırması gösterilmektedir. Tablo 4.1 değerlendirildiğinde 1. aydaki etkenin elimine edildiği (mini vidanın çıkarıldığı) ancak kuvvet uygulamasının devam ettiği durumda (spring aktif haldeyken) rezorpsiyon kraterleri açısından kontrol ve deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir ($P=0,006$). Ancak bu durum 2. ay ve 3. ay gözlemlerimizde istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemiştir. Kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı), etkenin ortamda bulunduğu (mini vidanın ağızda tutulduğu) durumda ise kontrol ve deney grupları arasında tüm gözlem periyotlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($P>0,05$) (Tablo 4.1). Tablo 4.1’deki değerler incelendiğinde deney ve kontrol grubuna ait değerler genel olarak tüm gözlem periyotlarında deney grupları kontrol gruplarına göre daha düşük değerler göstermiştir.

Tablo 4.2’de deney ve kontrol gruplarına ait rezorpsiyon kraterlerinin toplam sayı dağılımının tanımlayıcı istatistik değerleri ve karşılaştırması gösterilmektedir. Tablo 4.2 değerlendirildiğinde etkenin elimine edildiği (mini vidanın çıkarıldığı) ancak kuvvet uygulamasının devam ettiği durumda (spring aktif haldeyken) rezorpsiyon kraterleri açısından kontrol ve deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ($P>0,05$). Kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı), etkenin ortamda bulunduğu (mini vidanın ağızda tutulduğu) durumda kontrol ve deney grupları arasında tüm gözlem periyotlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($P>0,05$) (Tablo 4.2).

Tablo 4.1 Deney ve kontrol gruplarındaki toplam hacim (mm³) dağılımının karşılaştırılması

Grup	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Mann-U Pş
	Ort.± SS (mm ³)	Ortan.	DAA	Ort.± SS (mm ³)	Ortan.	DAA	
M 1	0,57±0,24	0,55	0,19	0,28±0,10	0,31	0,18	0,006*
M 2	0,27±0,30	0,05	0,44	0,24±0,21	0,18	0,38	0,740
M 3	0,25±0,15	0,20	0,24	0,20±0,12	0,17	0,25	0,560
S 1	0,19±0,15	0,13	0,17	0,26±0,36	0,15	0,29	0,650
S 2	0,23±0,21	0,15	0,41	0,19±0,14	0,19	0,15	0,940
S 3	0,04±0,06	0,03	0,03	0,07±0,04	0,06	0,06	0,080

M 1: Mini vida 1.ay, M 2: Mini Vida 2. ay, M 3: Mini vida 3. ay, S 1: Spring 1. ay, S 2: Spring 2. ay, S 3: Spring 3. Ay, § Mann U: Mann-Whitney U, *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, Ortan: Ortanca, DAA: Dörtlükler arası aralık.

Tablo 4.2 Deney ve kontrol gruplarındaki toplam sayı dağılımının karşılaştırılması

Grup	Deney Grubu			Kontrol Grubu			Mann-U Pş
	Ort.± SS	Ortan.	DAA	Ort.± SS	Ortan.	DAA	
M 1	9,80±4,63	9	7	7,01±3,71	6	8	0,20
M 2	13,01±2,70	13	2	8,85±5,95	7	4	0,06
M 3	16,42±5,85	17	7	13,57±5,31	12	9	0,30
S 1	10,14±6,59	9	14	7,01±4,54	7	9	0,36
S 2	10,28±8,82	8	7	9,50±3,27	8,5	6,5	0,56
S 3	5,71±2,87	6	5	8,71±2,87	9	4	0,07

M 1: Mini vida 1.ay, M 2: Mini Vida 2. ay, M 3: Mini vida 3. ay, S 1: Spring 1. ay, S 2: Spring 2. ay, S 3: Spring 3. Ay, § Mann-U: Mann-Whitney U, *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ort: Ortalama, SS: Standart Sapma, Ortan: Ortanca, DAA: Dörtlükler arası aralık.

4.2. Deney ve Kontrol Gruplarının Bölgelere Göre Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Yönünden Karşılaştırılması

Deney ve kontrol gruplarına ait kökün farklı yüzey (bukkal, lingual, mezial ve distal) ve farklı seviyelerinde (servikal, orta ve apikal) meydana gelen rezorpsiyon kavite hacmi ve sayısına ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bilgiler Tablo 4.3 ve 4.4'te görülmektedir.

Tablo 4.3 ve 4.4'te çok fazla grup ve bölge olduğu için bu tablolarda grupların birbiriyle olan karşılaştırmasına ait bilgiler sunulmamıştır. Çalışmamızda yapılan klinik uygulamalar ve gözlem periyotları farklı olduğu için gruplar aşağıdaki başlıklar altında karşılaştırılmıştır.



Tablo 4.3 Deney ve kontrol gruplarının rezorpsiyon krater hacim (mm³) dağılımı

	smbh Ort.±SS	sdbh Ort.±SS	smlh Ort.±SS	sdlh Ort.±SS	ombh Ort.±SS	odbh Ort.±SS	omlh Ort.±SS	odlh Ort.±SS	ambh Ort.±SS	adbh Ort.±SS	amlh Ort.±SS	adlh Ort.±SS	Toplamh Ort.±SS
M1d	0,050±0,050	0,020±0,06	0,030±0,060	0,030±0,040	0,000±0,000	0,080±0,100	0,040±0,090	0,070±0,070	0,000±0,001	0,060±0,050	0,010±0,010	0,100±0,100	0,570±0,240
M1k	0,003±0,009	0,010±0,05	0,030±0,030	0,000±0,000	0,007±0,010	0,060±0,060	0,000±0,000	0,030±0,050	0,003±0,006	0,020±0,030	0,008±0,010	0,080±0,100	0,280±0,100
M2d	0,040±0,090	0,002±0,004	0,010±0,020	0,010±0,020	0,001±0,004	0,020±0,040	0,000±0,000	0,040±0,060	0,100±0,030	0,050±0,080	0,005±0,010	0,040±0,060	0,270±0,300
M2k	0,000±0,010	0,010±0,01	0,001±0,003	0,001±0,002	0,006±0,010	0,030±0,030	0,000±0,001	0,030±0,030	0,006±0,010	0,040±0,050	0,006±0,010	0,090±0,100	0,240±0,210
M3d	0,006±0,010	0,008±0,01	0,020±0,020	0,008±0,040	0,003±0,007	0,020±0,010	0,005±0,009	0,050±0,040	0,004±0,004	0,070±0,070	0,001±0,002	0,040±0,030	0,250±0,150
M3k	0,006±0,009	0,000±0,001	0,010±0,010	0,007±0,010	0,010±0,010	0,030±0,020	0,030±0,060	0,020±0,030	0,003±0,007	0,020±0,020	0,005±0,005	0,020±0,030	0,200±0,120
S1d	0,005±0,010	0,007±0,007	0,020±0,030	0,008±0,010	0,002±0,005	0,040±0,040	0,004±0,005	0,020±0,040	0,005±0,007	0,020±0,030	0,003±0,006	0,030±0,070	0,190±0,150
S1k	0,070±0,090	0,030±0,050	0,010±0,010	0,001±0,003	0,003±0,008	0,010±0,010	0,070±0,200	0,000±0,002	0,005±0,006	0,010±0,010	0,001±0,003	0,030±0,050	0,260±0,360
S2d	0,000±0,004	0,020±0,060	0,030±0,050	0,010±0,030	0,000±0,001	0,060±0,100	0,002±0,005	0,020±0,040	0,008±0,010	0,010±0,020	0,010±0,020	0,020±0,010	0,230±0,210
S2k	0,010±0,020	0,010±0,010	0,010±0,010	0,010±0,030	0,010±0,010	0,040±0,040	0,008±0,010	0,010±0,010	0,000±0,000	0,030±0,060	0,000±0,000	0,010±0,010	0,180±0,160
S3d	0,003±0,008	0,007±0,010	0,001±0,002	0,000±0,000	0,000±0,000	0,003±0,009	0,000±0,000	0,002±0,004	0,003±0,006	0,010±0,010	0,000±0,000	0,010±0,020	0,040±0,060
S3k	0,002±0,006	0,000±0,001	0,009±0,010	0,007±0,010	0,001±0,002	0,002±0,003	0,009±0,020	0,008±0,010	0,001±0,002	0,010±0,010	0,004±0,008	0,010±0,010	0,070±0,040

M1d: Mini vida 1 ay deney grubu, M1k: Mini vida 1 ay kontrol grubu, M2d: Mini vida 2 ay deney grubu, M2k: Mini vida 2 ay kontrol grubu, M3d: Mini vida 3 ay deney grubu, M3k: Mini vida 3 ay kontrol grubu, S1d: Spring 1 ay deney grubu, S1k: Spring 1 ay kontrol grubu, S2d: Spring 2 ay deney grubu, S2k: Spring 2 ay kontrol grubu, S3d: Spring 3 ay deney grubu, S3k: Spring 3 ay kontrol grubu

Tablo 4.4 Deney ve kontrol gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması

	smbs Ort.±SS	sdbbs Ort.±SS	smls Ort.±SS	sdls Ort.±SS	ombs Ort.±SS	odbs Ort.±SS	omls Ort.±SS	odls Ort.±SS	ambs Ort.±SS	adbs Ort.±SS	amls Ort.±SS	adls Ort.±SS	Toplams Ort.±SS
M1d	0,8±1,0	0,4±0,5	0,4±0,7	0,5±0,7	0,0±0,0	1,5±2,0	0,4±0,5	1,9±0,9	0,1±0,3	1,4±0,9	0,7±0,7	2,0±0,8	9,8±4,6
M1k	0,2±0,7	0,4±1,0	1,0±1,0	0,0±0,0	0,1±0,3	1,1±1,0	0,0±0,0	0,8±0,9	0,4±0,7	1,0±0,5	0,2±0,4	1,4±0,9	7,0±3,7
M2d	0,5±0,7	0,5±0,7	0,8±0,3	0,5±0,9	0,2±0,4	1,4±0,7	0,0±0,0	2,1±1,3	0,4±0,5	3,1±0,6	0,5±0,7	2,4±1,2	13,0±2,7
M2k	0,4±0,7	0,5±0,7	0,2±0,4	0,4±0,5	0,4±0,5	1,7±1,3	0,2±0,4	1,0±0,5	0,5±0,5	1,7±1,4	0,5±0,7	0,8±1,0	8,8±5,9
M3d	0,4±0,7	0,2±0,4	1,0±1,1	0,5±0,7	0,2±0,4	2,7±1,4	0,5±0,7	3,1±1,4	0,8±0,3	3,0±1,5	0,5±0,7	3,0±2,0	16,4±5,8
M3k	0,5±0,7	0,4±0,5	1,6±1,4	0,4±1,1	0,8±0,6	1,8±0,9	1,0±1,0	1,5±1,5	0,5±0,7	2,4±1,9	0,8±0,9	1,1±2,0	13,5±5,3
S1d	0,2±0,4	0,7±0,4	1,1±1,4	0,4±0,7	0,2±0,4	1,5±1,3	0,7±0,7	0,8±1,0	0,5±0,5	1,7±1,7	0,4±0,7	1,4±1,6	10,1±6,5
S1k	0,8±1,0	0,4±0,5	0,8±0,6	0,1±0,3	0,4±0,7	0,7±0,9	0,4±0,7	0,1±0,3	0,8±0,9	1,1±1,0	0,1±0,3	0,8±1,0	7,0±4,5
S2d	0,2±0,4	0,4±0,7	1,2±1,1	0,1±0,3	0,1±0,3	1,1±1,7	0,5±1,1	0,5±2,8	0,5±0,7	1,4±1,5	0,7±1,1	2,0±1,0	10,2±8,8
S2k	0,5±0,5	0,5±0,5	1,1±1,1	0,1±0,4	0,3±0,5	1,5±1,0	1,3±1,5	0,5±0,5	0,3±0,5	2,0±1,6	0,1±0,4	1,0±1,0	9,5±3,2
S3d	0,2±0,4	0,4±0,3	0,4±0,5	0,1±0,3	0,0±0,0	0,5±0,7	0,1±0,3	0,2±0,4	0,5±0,7	1,2±0,7	0,0±0,0	1,5±0,9	5,7±2,8
S3k	0,1±0,3	0,2±0,4	1,7±0,7	0,4±0,5	0,1±0,3	0,5±0,5	0,2±0,4	0,8±0,9	0,5±0,7	1,8±1,3	0,2±0,4	1,5±1,2	8,7±2,8

M1d: Mini vida 1 ay deney grubu, M1k: Mini vida 1 ay kontrol grubu, M2d: Mini vida 2 ay deney grubu, M2k: Mini vida 2 ay kontrol grubu, M3d: Mini vida 3 ay deney grubu, M3k: Mini vida 3 ay kontrol grubu, S1d: Spring 1 ay deney grubu, S1k: Spring 1 ay kontrol grubu, S2d: Spring 2 ay deney grubu, S2k: Spring 2 ay kontrol grubu, S3d: Spring 3 ay deney grubu, S3k: Spring 3 ay kontrol grubu

4.2.1. M1d, M2d ve M3d Gruplarının Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Yönünden Karşılaştırılması

Etkenin elimine edildiği (mini vidanın çıkarıldığı) ancak kuvvet uygulamasının devam ettiği durumda (spring aktif haldeyken) deney gruplarının rezorpsiyon kraterleri hacmi yönünden karşılaştırılması Tablo 4.5'te izlenmektedir. Apikal mesiobukkal bölgedeki hacim (ambh) ($P=0,03$) ve toplam hacim ($P=0,03$) değerlerinde 1. ay ve 3. ay arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir. Tablo 4.5'teki verilere göre apikal mesiobukkal bölgedeki rezorpsiyon krater hacmi artarken, toplam hacimde azalma meydana gelmiştir. Diğer bölgelerde ise hacim açısından anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.5).

Etkenin elimine edildiği (mini vidanın çıkarıldığı) ancak kuvvet uygulamasının devam ettiği durumda (spring aktif haldeyken) deney gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması Tablo 4.6'da izlenmektedir. Apikal mesiobukkal (ambs) ($P=0,03$) ve apikal distobukkal bölgedeki sayı (adbs) ($P=0,01$) değerlerinde 1. ay ve 3. ay arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir. Bu iki bölgede 3 ay sonrasında krater sayısında anlamlı bir artış söz konusudur. Diğer bölgelerde ise krater sayısı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.6).

Tablo 4.5 M1d, M2d ve M3d gruplarının rezorpsiyon krater hacmi (mm³) yönünden karşılaştırılması

	smbh Ort.±SS	sdbh Ort.±SS	smlh Ort.±SS	sdlh Ort.±SS	ombh Ort.±SS	odbh Ort.±SS	omlh Ort.±SS	odlh Ort.±SS	ambh § Ort.±SS	adbh Ort.±SS	amlh Ort.±SS	adlh Ort.±SS	Toplamh § Ort.±SS
M1d	0,050±0,050	0,020±0,060	0,030±0,060	0,030±0,040	0,000±0,000	0,080±0,100	0,040±0,090	0,070±0,070	0,000±0,001*A	0,060±0,050	0,010±0,010	0,100±0,100	0,570±0,240*A
M2d	0,040±0,090	0,002±0,004	0,010±0,020	0,010±0,020	0,001±0,004	0,020±0,040	0,000±0,000	0,040±0,060	0,100±0,030*B	0,050±0,080	0,005±0,010	0,040±0,060	0,270±0,300 *B
M3d	0,006±0,010	0,008±0,010	0,020±0,020	0,008±0,040	0,003±0,007	0,020±0,010	0,005±0,009	0,050±0,040	0,004±0,004*B	0,070±0,070	0,001±0,002	0,040±0,030	0,250±0,150*B
P ¥	0,31	0,74	0,67	0,72	0,31	0,87	0,14	0,54	0,03*	0,47	0,48	0,23	0,03*

M1d: Mini vida 1 ay deney grubu, M2d: Mini vida 2 ay deney grubu, M3d: Mini vida 3 ay deney grubu,

¥ Kruskal-Wallis, § Mann Whitney U testine göre aynı harfi alan gruplar arasında fark yoktur.

*P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001

Tablo 4.6 M1d, M2d ve M3d gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması

	smbs Ort.±SS	sdbbs Ort.±SS	smls Ort.±SS	sdlbs Ort.±SS	ombs Ort.±SS	odbs Ort.±SS	omls Ort.±SS	odls Ort.±SS	ambs § Ort.±SS	adbs § Ort.±SS	amls Ort.±SS	adls Ort.±SS	Toplam s Ort.±SS
M1d	0,8±1,0	0,4±0,5	0,4±0,7	0,5±0,7	0,0±0,0	1,5±2,0	0,4±0,5	1,9±0,9	0,1±0,3*A	1,4±0,9*A	0,7±0,7	2,0±0,8	9,8±4,6
M2d	0,5±0,7	0,5±0,7	0,8±0,3	0,5±0,9	0,2±0,4	1,4±0,7	0,0±0,0	2,1±1,3	0,4±0,5*AB	3,1±0,6*B	0,5±0,7	2,4±1,2	13,0±2,7
M3d	0,4±0,7	0,2±0,4	1,0±1,1	0,5±0,7	0,2±0,4	2,7±1,4	0,5±0,7	3,1±1,4	0,8±0,3*B	3,0±1,5*B	0,5±0,7	3,0±2,0	16,4±5,8
P ¥	0,64	0,76	0,31	0,96	0,30	0,17	0,13	0,057	0,03*	0,01**	0,88	0,75	0,64

M1d: Mini vida 1 ay deney grubu, M2d: Mini vida 2 ay deney grubu, M3d: Mini vida 3 ay deney grubu

¥ Kruskal-Wallis, § Mann Whitney U testine göre aynı harfi alan gruplar arasında fark yoktur.

*P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001

4.2.2. M1k, M2k ve M3k Gruplarının Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Yönünden Karşılaştırılması

Etkenin elimine edildiği (mini vidanın çıkarıldığı) ancak kuvvet uygulamasının devam ettiği durumda (spring aktif haldeyken) kontrol gruplarının rezorpsiyon kraterleri hacmi yönünden karşılaştırılması Tablo 4.7’de izlenmektedir. Dişin tüm bölgelerindeki hacim ve toplam hacim açısından istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.7).

Etkenin elimine edildiği (mini vidanın çıkarıldığı) ancak kuvvet uygulamasının devam ettiği durumda (spring aktif haldeyken) kontrol gruplarının rezorpsiyon kraterleri sayısı yönünden karşılaştırılması Tablo 4.8’de izlenmektedir. Dişin tüm bölgelerindeki krater sayısı ve toplam sayı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.8).

Tablo 4.7 M1k, M2k ve M3k gruplarının rezorpsiyon krater hacmi (mm³) yönünden karşılaştırılması

	smbh Ort.±SS	sdbh Ort.±SS	smlh Ort.±SS	sdlh Ort.±SS	ombh Ort.±SS	odbh Ort.±SS	omlh Ort.±SS	odlh Ort.±SS	ambh Ort.±SS	adbh Ort.±SS	amlh Ort.±SS	adlh Ort.±SS	Toplam h Ort.±SS
M1k	0,003±0,009	0,010±0,050	0,030±0,030	0,000±0,000	0,007±0,010	0,060±0,060	0,000±0,000	0,030±0,050	0,003±0,006	0,020±0,030	0,008±0,010	0,08±0,100	0,280±0,100
M2k	0,000±0,010	0,010±0,010	0,001±0,003	0,001±0,002	0,006±0,010	0,030±0,030	0,000±0,001	0,030±0,030	0,006±0,010	0,040±0,050	0,006±0,010	0,09±0,100	0,240±0,210
M3k	0,006±0,009	0,000±0,001	0,010±0,010	0,007±0,010	0,010±0,010	0,030±0,020	0,030±0,060	0,020±0,030	0,003±0,007	0,020±0,020	0,005±0,005	0,02±0,030	0,200±0,120
P ¥	0,65	0,55	0,11	0,16	0,20	0,74	0,06	0,72	0,63	0,94	0,84	0,56	0,46

M1k: Mini vida 1 ay kontrol grubu, M2k: Mini vida 2 ay kontrol grubu, M3k: Mini vida 3 ay kontrol grubu

¥ Kruskal-Wallis, *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001

Tablo 4.8 M1k, M2k ve M3k gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması

	smbs Ort.±SS	sdbbs Ort.±SS	smls Ort.±SS	sdlbs Ort.±SS	ombs Ort.±SS	odbs Ort.±SS	omls Ort.±SS	odls Ort.±SS	ambbs Ort.±SS	adbbs Ort.±SS	amlbs Ort.±SS	adlbs Ort.±SS	Toplam s Ort.±SS
M1k	0,2±0,7	0,4±1,0	1,0±1,0	0,0±0,0	0,1±0,3	1,1±1,0	0,0±0,0	0,8±0,9	0,4±0,7	1,0±0,5	0,2±0,4	1,4±0,9	7,0±3,7
M2k	0,4±0,7	0,5±0,7	0,2±0,4	0,4±0,5	0,4±0,5	1,7±1,3	0,2±0,4	1,0±0,5	0,5±0,5	1,7±1,4	0,5±0,7	0,8±1,0	8,8±5,9
M3k	0,5±0,7	0,4±0,5	1,6±1,4	0,4±1,1	0,8±0,6	1,8±0,9	1,0±1,0	1,5±1,5	0,5±0,7	2,4±1,9	0,8±0,9	1,1±2,0	13,5±5,3
P §	0,62	0,60	0,06	0,16	0,08	0,41	0,05	0,65	0,77	0,30	0,42	0,53	0,62

M1k: Mini vida 1 ay kontrol grubu, M2k: Mini vida 2 ay kontrol grubu, M3k: Mini vida 3 ay kontrol grubu

§ Kruskal-Wallis, *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001

4.2.3. S1d, S2d ve S3d Gruplarının Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Yönünden Karşılaştırılması

Kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) ancak etkenin devam ettiği durumda (mini vida ağız içinde) deney gruplarının rezorpsiyon kraterleri hacmi açısından karşılaştırılması Tablo 4.9'da izlenmektedir. Toplam hacim açısından istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($P=0,01$). Farkın kaynağı araştırıldığında 3. aydaki değerin, 1. ve 2. aya göre anlamlı derecede düşük olduğu görülmektedir. Ancak her ne kadar istatistiksel olarak anlamlı fark göstermese de 2. ayda rezorpsiyon krater hacminin 1. aya göre artışı dikkate değerdir. Diğer bölgelerde ise hacim açısından anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.9).

Kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) ancak etkenin devam ettiği durumda (mini vida ağız içinde) deney gruplarının rezorpsiyon kraterleri sayısı açısından karşılaştırılması Tablo 4.10'da izlenmektedir. Ancak toplam sayı değerlendirildiğinde 3. ayda krater sayısının neredeyse yarıya düşmüş olması önemli bir bulgu olarak kabul edilebilir. Dışın tüm bölgelerindeki krater sayısı ve toplam sayı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.10).

Tablo 4.9 S1d, S2d ve S3d gruplarının rezorpsiyon krater hacmi (mm³) yönünden karşılaştırılması

	smbh Ort.±SS	sdbh Ort.±SS	smlh Ort.±SS	sdlh Ort.±SS	ombh Ort.±SS	odbh Ort.±SS	omlh Ort.±SS	odlh Ort.±SS	ambh Ort.±SS	adbh Ort.±SS	amlh Ort.±SS	adlh Ort.±SS	Toplamh § Ort.±SS
S1d	0,005±0,010	0,007±0,007	0,020±0,030	0,008±0,010	0,002±0,005	0,040±0,040	0,004±0,005	0,020±0,040	0,005±0,007	0,020±0,030	0,003±0,006	0,030±0,070	0,190±0,150 A
S2d	0,000±0,004	0,020±0,060	0,030±0,050	0,010±0,030	0,000±0,001	0,060±0,100	0,002±0,005	0,020±0,040	0,008±0,010	0,010±0,020	0,010±0,020	0,020±0,010	0,230±0,210 A
S3d	0,003±0,008	0,007±0,010	0,001±0,002	0,000±0,000	0,000±0,000	0,003±0,009	0,000±0,000	0,002±0,004	0,003±0,006	0,010±0,010	0,000±0,000	0,01±0,020	0,040±0,060 B
P ¥	0,99	0,69	0,21	0,73	0,29	0,08	0,16	0,34	0,88	0,79	0,19	0,14	0,01*

S1d: Spring 1 ay deney grubu, S2d: Spring 2 ay deney grubu, S3d: Spring 3 ay deney grubu

¥Kruskal-Wallis, *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, § Mann Whitney U testine göre aynı harfi alan gruplar arasında fark yoktur.

Tablo 4.10 S1d, S2d ve S3d gruplarının rezorpsiyon kraterleri sayısı yönünden karşılaştırılması

	smbs Ort.±SS	sdbbs Ort.±SS	smls Ort.±SS	sdlbs Ort.±SS	ombs Ort.±SS	odbs Ort.±SS	omls Ort.±SS	odls Ort.±SS	ambs Ort.±SS	adbbs Ort.±SS	amlbs Ort.±SS	adls Ort.±SS	Toplam s Ort.±SS
S1d	0,2±0,4	0,7±0,4	1,1±1,4	0,4±0,7	0,2±0,4	1,5±1,3	0,7±0,7	0,8±1,0	0,5±0,5	1,7±1,7	0,4±0,7	1,4±1,6	10,1±6,5
S2d	0,2±0,4	0,4±0,7	1,2±1,1	0,1±0,3	0,1±0,3	1,1±1,7	0,5±1,1	0,5±2,8	0,5±0,7	1,4±1,5	0,7±1,1	2,0±1,0	10,2±8,8
S3d	0,2±0,4	0,4±0,3	0,4±0,5	0,1±0,3	0,0±0,0	0,5±0,7	0,1±0,3	0,2±0,4	0,5±0,7	1,2±0,7	0,0±0,0	1,5±0,9	5,7±2,8
P ¥	1,0	0,43	0,31	0,68	0,32	0,29	0,26	0,41	0,96	0,97	0,18	0,62	1,0

S1d: Spring 1 ay deney grubu, S2d: Spring 2 ay deney grubu, S3d: Spring 3 ay deney grubu

¥Kruskal-Wallis, *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, § Mann Whitney U testine göre aynı harfi alan gruplar arasında fark yoktur.

4.2.4. S1k, S2k ve S3k Gruplarının Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Yönünden Karşılaştırılması

Kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) ancak etkenin devam ettiği durumda (mini vida ağız içinde) kontrol gruplarının rezorpsiyon kraterleri hacmi açısından karşılaştırılması Tablo 4.11’de izlenmektedir. Dişin tüm bölgelerindeki hacim ve toplam hacim açısından istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.11).

Kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) ancak etkenin devam ettiği durumda (mini vida ağız içinde) kontrol gruplarının rezorpsiyon krater sayısı açısından karşılaştırılması Tablo 4.12’de izlenmektedir. Dişin tüm bölgelerindeki krater sayısı ve toplam sayı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.12).

Tablo 4.11 S1k, S2k ve S3k gruplarının rezorpsiyon krater hacmi (mm³) yönünden karşılaştırılması

	smbh Ort.±SS	sdbh Ort.±SS	smlh Ort.±SS	sdlh Ort.±SS	ombh Ort.±SS	odbh Ort.±SS	omlh Ort.±SS	odlh Ort.±SS	ambh Ort.±SS	adbh Ort.±SS	amlh Ort.±SS	adlh Ort.±SS	Toplamh Ort.±SS
S1k	0,070±0,090	0,030±0,050	0,010±0,010	0,001±0,003	0,003±0,008	0,01±0,010	0,070±0,200	0,000±0,002	0,005±0,006	0,010±0,010	0,001±0,003	0,030±0,050	0,260±0,360
S2k	0,010±0,020	0,010±0,010	0,010±0,010	0,010±0,030	0,010±0,010	0,004±0,004	0,008±0,010	0,010±0,010	0,000±0,000	0,030±0,060	0,000±0,000	0,010±0,010	0,180±0,160
S3k	0,002±0,006	0,000±0,001	0,009±0,010	0,007±0,010	0,001±0,002	0,002±0,003	0,009±0,020	0,008±0,010	0,001±0,002	0,010±0,010	0,004±0,008	0,010±0,010	0,07±0,040
P ¥	0,18	0,52	0,57	0,48	0,69	0,40	0,59	0,23	0,32	0,89	0,67	0,97	0,18

S1k: Spring 1 ay kontrol grubu, S2k: Spring 2 ay kontrol grubu, S3k: Spring 3 ay kontrol grubu

¥Kruskal-Wallis, *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, § Mann Whitney U testine göre aynı harfi alan gruplar arasında fark yoktur.

Tablo 4.12 S1k, S2k ve S3k gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması

	smbs Ort.±SS	sdbbs Ort.±SS	smls Ort.±SS	sdlbs Ort.±SS	ombs Ort.±SS	odbs Ort.±SS	omls Ort.±SS	odls Ort.±SS	ambs Ort.±SS	adbs Ort.±SS	amls Ort.±SS	adls Ort.±SS	Toplam s Ort.±SS
S1k	0,8±1,0	0,4±0,5	0,8±0,6	0,1±0,3	0,4±0,7	0,7±0,9	0,4±0,7	0,1±0,3	0,8±0,9	1,1±1,0	0,1±0,3	0,8±1,0	7,0±4,5
S2k	0,5±0,5	0,5±0,5	1,1±1,1	0,1±0,4	0,3±0,5	1,5±1,0	1,3±1,5	0,5±0,5	0,3±0,5	2,0±1,6	0,1±0,4	1,0±1,0	9,5±3,2
S3k	0,1±0,3	0,2±0,4	1,7±0,7	0,4±0,5	0,1±0,3	0,5±0,5	0,2±0,4	0,8±0,9	0,5±0,7	1,8±1,3	0,2±0,4	1,5±1,2	8,7±2,8
P ¥	0,22	0,82	0,16	0,36	0,74	0,18	0,35	0,18	0,52	0,58	0,74	0,48	0,22

S1k: Spring 1 ay kontrol grubu, S2k: Spring 2 ay kontrol grubu, S3k: Spring 3 ay kontrol grubu

¥Kruskal-Wallis, *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, § Mann Whitney U testine göre aynı harfi alan gruplar arasında fark yoktur.

4.2.5. M1d ve S1d Gruplarının Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Yönünden Karşılaştırılması

Etkenin (mini vidanın çıkarıldığı) ve kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) 1. ay deney gruplarının rezorpsiyon kraterleri hacmi yönünden karşılaştırılması Tablo 4.13'te izlenmektedir. Apikal distolingual bölgedeki hacim (Adlh) ($P=0,03$) ve toplam hacim ($P=0,006$) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir. Kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) 1. ay deney grubunda rezorpsiyon kraterlerinin hacmi değerlendirildiğinde her ne kadar istatistiksel olarak anlamlı olmasa da genel olarak daha düşüktür. Diğer bölgelerde ise hacim açısından anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.13).

Etkenin (mini vidanın çıkarıldığı) ve kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) 1. ay deney gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması Tablo 4.14'te izlenmektedir. Dişin tüm bölgelerindeki krater sayısı ve toplam sayı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.14).

Tablo 4.13 M1d ve S1d gruplarının rezorpsiyon krater hacmi (mm³) yönünden karşılaştırılması

	smbh Ort.±SS	sdbh Ort.±SS	smlh Ort.±SS	sdlh Ort.±SS	ombh Ort.±SS	odbh Ort.±SS	omlh Ort.±SS	odlh Ort.±SS	ambh Ort.±SS	adbh Ort.±SS	amlh Ort.±SS	adlh Ort.±SS	Toplamh Ort.±SS
M1d	0,050±0,050	0,020±0,060	0,030±0,060	0,030±0,040	0,000±0,000	0,080±0,100	0,040±0,090	0,070±0,070	0,000±0,001	0,060±0,050	0,010±0,010	0,100±0,100	0,570±0,240
S1d	0,005±0,010	0,007±0,007	0,020±0,030	0,008±0,010	0,002±0,005	0,040±0,040	0,004±0,005	0,020±0,040	0,005±0,007	0,020±0,030	0,003±0,006	0,030±0,070	0,190±0,150
P §	0,120	0,940	0,670	0,330	0,140	0,510	0,940	0,090	0,110	0,140	0,250	0,030*	0,006*

M1d: Mini vida 1 ay deney grubu, S1d: Spring 1 ay deney grubu

*P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, § Mann Whitney U testi

Tablo 4.14 M1d ve S1d gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması

	smbs Ort.±SS	sdbbs Ort.±SS	smls Ort.±SS	sdlbs Ort.±SS	ombs Ort.±SS	odbs Ort.±SS	omls Ort.±SS	odls Ort.±SS	ambs Ort.±SS	adbs Ort.±SS	amlbs Ort.±SS	adls Ort.±SS	Toplam s Ort.±SS
M1d	0,8±1,0	0,4±0,5	0,4±0,7	0,5±0,7	0,0±0,0	1,5±2,0	0,4±0,5	1,9±0,9	0,1±0,3	1,4±0,9	0,7±0,7	2,0±0,8	9,8±4,6
S1d	0,2±0,4	0,7±0,4	1,1±1,4	0,4±0,7	0,2±0,4	1,5±1,3	0,7±0,7	0,8±1,0	0,5±0,5	1,7±1,7	0,4±0,7	1,4±1,6	10,1±6,5
P §	0,24	0,29	0,28	0,65	0,14	0,63	0,47	0,29	0,10	0,94	0,38	0,35	1,00

M1d: Mini vida 1 ay deney grubu, S1d: Spring 1 ay deney grubu

*P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, § Mann Whitney U testi

4.2.6. M2d ve S2d Gruplarının Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Yönünden Karşılaştırılması

Etkenin (mini vidanın çıkarıldığı) ve kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) 2. ay deney gruplarının rezorpsiyon kraterleri hacmi yönünden karşılaştırılması Tablo 4.15'te izlenmektedir. Dişin tüm bölgelerindeki hacim ve toplam hacim açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.15).

Etkenin (mini vidanın çıkarıldığı) ve kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) 2. ay deney gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması Tablo 4.16'da izlenmektedir. Apikal distobukkal bölgedeki sayı (adbs) ($P=0,02$) değerinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. Diğer bölgelerde ise krater sayısı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir. ($P>0,05$) (Tablo 4.16).

Tablo 4.15 M2d ve S2d gruplarının rezorpsiyon krater hacmi (mm³) yönünden karşılaştırılması

	smbh Ort.±SS	sdbh Ort.±SS	smlh Ort.±SS	sdlh Ort.±SS	ombh Ort.±SS	odbh Ort.±SS	omlh Ort.±SS	odlh Ort.±SS	ambh Ort.±SS	adbh Ort.±SS	amlh Ort.±SS	adlh Ort.±SS	Toplamh Ort.±SS
M2d	0,040±0,090	0,002±0,004	0,010±0,020	0,010±0,020	0,001±0,004	0,020±0,040	0,000±0,000	0,040±0,060	0,100±0,030	0,050±0,080	0,005±0,010	0,040±0,060	0,270±0,300
S2d	0,000±0,004	0,020±0,060	0,030±0,050	0,010±0,030	0,000±0,001	0,060±0,100	0,002±0,005	0,020±0,040	0,008±0,010	0,010±0,020	0,010±0,020	0,020±0,010	0,230±0,210
P §	0,33	0,94	0,84	0,65	0,53	0,94	0,14	0,17	0,83	0,27	0,72	1,00	0,94

M2d: Mini vida 2 ay deney grubu, S2d: Spring 2 ay deney grubu

*P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, § Mann Whitney U testi

Tablo 4.16 M2d ve S2d gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması

	smbs Ort.±SS	sdbbs Ort.±SS	smls Ort.±SS	sdls Ort.±SS	ombs Ort.±SS	odbs Ort.±SS	omls Ort.±SS	odls Ort.±SS	ambs Ort.±SS	adbs Ort.±SS	amls Ort.±SS	adls Ort.±SS	Toplam s Ort.±SS
M2d	0,5±0,7	0,5±0,7	0,8±0,3	0,5±0,9	0,2±0,4	1,4±0,7	0,0±0,0	2,1±1,3	0,4±0,5	3,1±0,6	0,5±0,7	2,4±1,2	13,0±2,7
S2d	0,2±0,4	0,4±0,7	1,2±1,1	0,1±0,3	0,1±0,3	1,1±1,7	0,5±1,1	0,5±2,8	0,5±0,7	1,4±1,5	0,7±1,1	2,0±1,0	10,2±8,8
P §	0,49	0,65	0,43	0,42	0,53	0,15	0,14	0,13	0,82	0,02*	0,94	0,43	0,05

M2d: Mini vida 2 ay deney grubu, S2d: Spring 2 ay deney grubu

*P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, § Mann Whitney U testi

4.2.7. M3d ve S3d Gruplarının Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Yönünden Karşılaştırılması

Etkenin (mini vidanın çıkarıldığı) ve kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) 3. ay deney gruplarının rezorpsiyon kraterleri hacmi yönünden karşılaştırılması Tablo 4.17’de izlenmektedir. Orta distobukkal (odbh) ($P=0,01$), orta distolingual (odlh) ($P=0,001$), apikal distobukkal bölgedeki hacim (adbh) ($P=0,02$) ve toplam hacim ($P=0,006$) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir. Kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) 3. ay deney grubunda rezorpsiyon kraterleri ortalama hacmi daha düşüktür. Diğer bölgelerde ise hacim açısından anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.17).

Etkenin (mini vidanın çıkarıldığı) ve kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) 3. ay deney gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması Tablo 4.18’de izlenmektedir. Orta distobukkal (odbs) ($P=0,009$), orta distolingual (odls) ($P=0,002$), apikal distobukkal bölgedeki sayı (adbs) ($P=0,01$) ve toplam sayı ($P=0,007$) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir. Kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) 3. ay deney grubunda rezorpsiyon kraterlerinin ortalama sayısı daha düşüktür. Diğer bölgelerde ise krater sayısı açısından anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.18).

Tablo 4.17 M3d ve S3d gruplarının rezorpsiyon krater hacmi (mm³) yönünden karşılaştırılması

	smbh Ort.±SS	sdbh Ort.±SS	smlh Ort.±SS	sdlh Ort.±SS	ombh Ort.±SS	odbh Ort.±SS	omlh Ort.±SS	odlh Ort.±SS	ambh Ort.±SS	adbh Ort.±SS	amlh Ort.±SS	adlh Ort.±SS	Toplam h Ort.±SS
M3d	0,006±0,010	0,008±0,010	0,020±0,020	0,008±0,040	0,003±0,007	0,020±0,010	0,005±0,009	0,050±0,040	0,004±0,004	0,070±0,070	0,001±0,002	0,040±0,030	0,250±0,150
S3d	0,003±0,008	0,007±0,010	0,001±0,002	0,000±0,000	0,000±0,000	0,003±0,009	0,000±0,000	0,002±0,004	0,003±0,006	0,010±0,010	0,000±0,000	0,010±0,020	0,040±0,060
P §	0,870	0,820	0,190	0,170	0,140	0,010*	0,170	0,001*	0,360	0,020*	0,060	0,060	0,006*

M3d: Mini vida 3 ay deney grubu, S3d: Spring 3 ay deney grubu

*P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, § Mann Whitney U testi

Tablo 4.18 M3d ve S3d gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması

	smbs Ort.±SS	sdbbs Ort.±SS	smls Ort.±SS	sdls Ort.±SS	ombs Ort.±SS	odbs Ort.±SS	omls Ort.±SS	odls Ort.±SS	ambs Ort.±SS	adbs Ort.±SS	amls Ort.±SS	adls Ort.±SS	Toplam s Ort.±SS
M3d	0,4±0,7	0,2±0,4	1,0±1,1	0,5±0,7	0,2±0,4	2,7±1,4	0,5±0,7	3,1±1,4	0,8±0,3	3,0±1,5	0,5±0,7	3,0±2,0	16,4±5,8
S3d	0,2±0,4	0,4±0,3	0,4±0,5	0,1±0,3	0,0±0,0	0,5±0,7	0,1±0,3	0,2±0,4	0,5±0,7	1,2±0,7	0,0±0,0	1,5±0,9	5,7±2,8
P §	0,87	0,59	0,36	0,22	0,14	0,009*	0,22	0,002*	0,27	0,01*	0,06	0,20	0,007*

M3d: Mini vida 3 ay deney grubu, S3d: Spring 3 ay deney grubu

*P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, § Mann Whitney U testi

4.2.8. M1k ve S1k Gruplarının Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Yönünden Karşılaştırılması

Etkenin (mini vidanın çıkarıldığı) ve kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) 1. ay kontrol gruplarının rezorpsiyon kraterleri hacmi yönünden karşılaştırılması Tablo 4.19’da izlenmektedir. Dişin tüm bölgelerindeki hacim ve toplam hacim açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.19).

Etkenin (mini vidanın çıkarıldığı) ve kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) 1. ay kontrol gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması Tablo 4.20’de izlenmektedir. Dişin tüm bölgelerindeki krater sayısı ve toplam sayı açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.20).

Tablo 4.19 M1k ve S1k gruplarının rezorpsiyon krater hacmi (mm³) yönünden karşılaştırılması

	smbh Ort.±SS	sdbh Ort.±SS	smlh Ort.±SS	sdlh Ort.±SS	ombh Ort.±SS	odbh Ort.±SS	omlh Ort.±SS	odlh Ort.±SS	ambh Ort.±SS	adbh Ort.±SS	amlh Ort.±SS	adlh Ort.±SS	Toplam h Ort.±SS
M1k	0,003±0,009	0,010±0,050	0,030±0,030	0,000±0,000	0,007±0,010	0,060±0,060	0,000±0,000	0,030±0,050	0,003±0,006	0,020±0,030	0,008±0,010	0,080±0,100	0,280±0,100
S1k	0,070±0,090	0,030±0,050	0,010±0,010	0,001±0,003	0,003±0,008	0,010±0,010	0,070±0,200	0,000±0,002	0,005±0,006	0,010±0,010	0,001±0,003	0,030±0,050	0,260±0,360
P §	0,08	0,37	0,47	0,31	0,65	0,12	0,14	0,06	0,43	0,22	0,42	0,19	0,18

M1k: Mini vida 1 ay kontrol grubu, S1k: Spring 1 ay kontrol grubu

*P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, § Mann Whitney U testi

Tablo 4.20 M1k ve S1k gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması

	smbs Ort.±SS	sdbbs Ort.±SS	smls Ort.±SS	sdlbs Ort.±SS	ombs Ort.±SS	odbs Ort.±SS	omls Ort.±SS	odls Ort.±SS	ambs Ort.±SS	adbs Ort.±SS	amls Ort.±SS	adls Ort.±SS	Toplam s Ort.±SS
M1k	0,2±0,7	0,4±1,0	1,0±1,0	0,0±0,0	0,1±0,3	1,1±1,0	0,0±0,0	0,8±0,9	0,4±0,7	1,0±0,5	0,2±0,4	1,4±0,9	7,0±3,7
S1k	0,8±1,0	0,4±0,5	0,8±0,6	0,1±0,3	0,4±0,7	0,7±0,9	0,4±0,7	0,1±0,3	0,8±0,9	1,1±1,0	0,1±0,3	0,8±1,0	7,0±4,5
P §	0,15	0,37	0,38	0,31	0,47	0,41	0,14	0,08	0,31	0,94	0,53	0,22	0,94

M1k: Mini vida 1 ay kontrol grubu, S1k: Spring 1 ay kontrol grubu

*P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, § Mann Whitney U testi

4.2.9. M2k ve S2k Gruplarının Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Yönünden Karşılaştırılması

Etkenin (mini vidanın çıkarıldığı) ve kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) 2. ay kontrol gruplarının rezorpsiyon kraterleri hacmi yönünden karşılaştırılması Tablo 4.21’de izlenmektedir. Servikal mesiolingual bölgedeki hacim (smlh) ($P=0,04$) açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır. Etkenin (mini vidanın çıkarıldığı) elimine edildiği 2. ay kontrol grubunda rezorpsiyon kraterleri ortalama hacmi daha düşüktür. Diğer bölgelerde ise hacim açısından istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.21).

Etkenin (mini vidanın çıkarıldığı) ve kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) 2. ay kontrol gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması Tablo 4.22’de izlenmektedir. Dişin tüm bölgelerindeki krater sayısı ve toplam sayı açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.22).

Tablo 4.21 M2k ve S2k gruplarının rezorpsiyon krater hacmi (mm³) yönünden karşılaştırılması

	smbh Ort.±SS	sdbh Ort.±SS	smlh Ort.±SS	sdlh Ort.±SS	ombh Ort.±SS	odbh Ort.±SS	omlh Ort.±SS	odlh Ort.±SS	ambh Ort.±SS	adbh Ort.±SS	amlh Ort.±SS	adlh Ort.±SS	Toplam h Ort.±SS
M2k	0,000±0,010	0,010±0,010	0,001±0,003	0,001±0,002	0,006±0,010	0,030±0,030	0,000±0,001	0,03±0,03	0,006±0,010	0,04±0,05	0,006±0,010	0,09±0,10	0,24±0,21
S2k	0,010±0,020	0,010±0,010	0,010±0,010	0,010±0,030	0,010±0,010	0,040±0,040	0,008±0,010	0,01±0,01	0,000±0,000	0,03±0,06	0,000±0,000	0,01±0,01	0,18±0,16
P §	0,50	0,94	0,04*	0,37	0,82	0,70	0,20	0,07	0,28	0,56	0,23	0,59	0,94

M2k: Mini vida 2 ay kontrol grubu, S2k: Spring 2 ay kontrol grubu

*P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, § Mann Whitney U testi

Tablo 4.22 M2k ve S2k gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması

	smbs Ort.±SS	sdbbs Ort.±SS	smls Ort.±SS	sdlbs Ort.±SS	ombs Ort.±SS	odbs Ort.±SS	omls Ort.±SS	odls Ort.±SS	ambs Ort.±SS	adbs Ort.±SS	amls Ort.±SS	adls Ort.±SS	Toplam s Ort.±SS
M2k	0,40±0,70	0,50±0,70	0,20±0,40	0,40±0,50	0,40±0,50	1,70±1,30	0,20±0,40	1,00±0,50	0,50±0,50	1,70±1,40	0,50±0,70	0,80±1,00	8,80±5,90
S2k	0,50±0,50	0,50±0,50	1,10±1,10	0,10±0,40	0,30±0,50	1,50±1,00	1,30±1,50	0,50±0,50	0,30±0,50	2,00±1,60	0,10±0,40	1,00±1,00	9,50±3,20
P §	0,76	0,82	0,08	0,25	0,59	0,78	0,19	0,08	0,40	0,89	0,22	0,73	0,30

M2k: Mini vida 2 ay kontrol grubu, S2k: Spring 2 ay kontrol grubu

*P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, § Mann Whitney U testi

4.2.10.M3k ve S3k Gruplarının Rezorpsiyon Krater Hacmi ve Sayısı Yönünden Karşılaştırılması

Etkenin (mini vidanın çıkarıldığı) ve kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) 3. ay kontrol gruplarının rezorpsiyon kraterleri hacmi yönünden karşılaştırılması Tablo 4.23'te izlenmektedir. Orta mesiobukkal (ombh) ($P=0,02$), orta distobukkal bölgedeki hacim (odbh) ($P=0,006$) ve toplam hacim ($P=0,02$) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar vardır. Etkenin (mini vidanın çıkarıldığı) elimine edildiği 3. ay kontrol grubunda rezorpsiyon kraterleri ortalama hacmi daha düşüktür. Diğer bölgelerde ise hacim açısından istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.23).

Etkenin (mini vidanın çıkarıldığı) ve kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) 3. ay kontrol gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması Tablo 4.24'te izlenmektedir. Orta mesiobukkal (ombs) ($P=0,03$) ve orta distobukkal bölgedeki sayı (odbs) ($P=0,01$) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark vardır. Kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) 3. ay kontrol grubunda rezorpsiyon kraterlerinin ortalama sayısı daha düşüktür. Diğer bölgelerde ise krater sayısı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.24).

Tablo 4.23 M3k ve S3k gruplarının rezorpsiyon krater hacmi (mm³) yönünden karşılaştırılması

	smbh Ort.±SS	sdbh Ort.±SS	smlh Ort.±SS	sdlh Ort.±SS	ombh Ort.±SS	odbh Ort.±SS	omlh Ort.±SS	odlh Ort.±SS	ambh Ort.±SS	adbh Ort.±SS	amlh Ort.±SS	adlh Ort.±SS	Toplam h Ort.±SS
M3k	0,006±0,009	0,000±0,001	0,010±0,010	0,007±0,010	0,010±0,010	0,030±0,020	0,030±0,060	0,020±0,030	0,003±0,007	0,020±0,020	0,005±0,005	0,020±0,030	0,200±0,120
S3k	0,002±0,006	0,000±0,001	0,009±0,010	0,007±0,010	0,001±0,002	0,002±0,003	0,009±0,020	0,008±0,010	0,001±0,002	0,010±0,010	0,004±0,008	0,010±0,010	0,070±0,040
P §	0,23	0,65	0,40	0,37	0,02*	0,006*	0,39	0,47	0,94	0,30	0,47	0,94	0,02*

M3k: Mini vida 3 ay kontrol grubu, S3k: Spring 3 ay kontrol grubu

*P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, § Mann Whitney U testi

Tablo 4.24 M3k ve S3k gruplarının rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırılması

	smbs Ort.±SS	sdbbs Ort.±SS	smls Ort.±SS	sdlbs Ort.±SS	ombs Ort.±SS	odbs Ort.±SS	omls Ort.±SS	odls Ort.±SS	ambs Ort.±SS	adbs Ort.±SS	amlbs Ort.±SS	adls Ort.±SS	Toplam s Ort.±SS
M3k	0,5±0,7	0,4±0,5	1,6±1,4	0,4±1,1	0,8±0,6	1,8±0,9	1,0±1,0	1,5±1,5	0,5±0,7	2,4±1,9	0,8±0,9	1,1±2,0	13,5±5,3
S3k	0,1±0,3	0,2±0,4	1,7±0,7	0,4±0,5	0,1±0,3	0,5±0,5	0,2±0,4	0,8±0,9	0,5±0,7	1,8±1,3	0,2±0,4	1,5±1,2	8,7±2,8
P §	0,22	0,59	0,73	0,37	0,03*	0,01*	0,15	0,38	1,00	0,60	0,19	0,50	0,07

M3k: Mini vida 3 ay kontrol grubu, S3k: Spring 3 ay kontrol grubu

*P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, § Mann Whitney U testi

4.3. Grupların Toplam Hacim ve Sayı Açısından Karşılaştırılması

Çalışmamızda, deney ve kontrol gruplarına ait dişlerin kökleri farklı yüzey (bukkal, lingual, mezial ve distal) ve farklı seviyelerde (servikal, orta ve apikal) bölünerek bir diş 12 ayrı bölgede incelendi. Grupların distal ve mesial bölgelerinin değerlendirilmesi amacıyla ayrıca distal ve mesial bölgedeki toplam hacim ve sayı değerleri karşılaştırıldı.

Etkenin (mini vidanın çıkarıldığı) ve kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) 1. ay deney gruplarının rezorpsiyon krater hacmi ve sayısı yönünden karşılaştırılması Tablo 4.25'te izlenmektedir. Distal bölgedeki toplam hacim (dith) ($P=0,01$) ve toplam hacim ($P=0,006$) değerlerinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. Diğer bölgelerde ise krater sayısı ve hacmi açısından istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.25).

Etkenin (mini vidanın çıkarıldığı) ve kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) 2. ay deney gruplarının rezorpsiyon krater hacmi ve sayısı yönünden karşılaştırılması Tablo 4.25'de izlenmektedir. Distal bölgedeki toplam sayı (dists) açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir ($P=0,02$). Tablo değerlendirildiğinde distaldeki hacim etkenin elimine edildiği grupta daha fazladır. Diğer bölgelerde ise krater sayısı ve hacmi açısından istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.25).

Etkenin (mini vidanın çıkarıldığı) ve kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) 3. ay deney gruplarının rezorpsiyon krater hacmi ve sayısı yönünden karşılaştırılması Tablo 4.25'de izlenmektedir. Distal bölgedeki toplam hacim (dith) ($P=0,006$), toplam hacim ($P=0,006$), distal bölgedeki toplam sayı (dists) ($P=0,004$) ve toplam sayı ($P=0,007$) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir. Diğer bölgelerde ise krater sayısı ve hacmi açısından anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.25).

Etkenin (mini vidanın çıkarıldığı) ve kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) 1. ay kontrol gruplarının rezorpsiyon krater hacmi ve sayısı yönünden karşılaştırılması Tablo 4.26'da izlenmektedir. Distal bölgedeki toplam hacim (dith) açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir ($P=0,02$).

Diğer bölgelerde ise krater sayısı ve hacmi açısından anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.26).

Etkenin (mini vidanın çıkarıldığı) ve kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) 2. ay kontrol gruplarının rezorpsiyon krater hacmi ve sayısı yönünden karşılaştırılması Tablo 4.26’da izlenmektedir. Dişin tüm bölgelerindeki krater sayısı ve toplam sayı açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.26).

Etkenin (mini vidanın çıkarıldığı) ve kuvvetin elimine edildiği (springin çıkarıldığı) 3. ay kontrol gruplarının rezorpsiyon krater hacmi ve sayısı yönünden karşılaştırılması Tablo 4.26’da izlenmektedir. Mesial bölgedeki toplam hacim (mesth) ($P=0,04$), distal bölgedeki toplam hacim (disth) ($P=0,04$) ve toplam hacim ($P=0,02$) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir. Diğer bölgelerde ise krater sayısı ve hacmi açısından anlamlı fark tespit edilmemiştir ($P>0,05$) (Tablo 4.26).

Tablo 4.25 Deney gruplarının toplam hacim (mm³) ve sayı açısından karşılaştırılması

	Mesth Ort±SS	Mests Ort±SS	Disth Ort±SS	Dists Ort±SS	Toplam h Ort±SS	Toplam s Ort±SS
M1d	0,15±0,15	2,57±2,29	0,42±0,22	7,28±3,40	0,57±0,24	9,80±4,60
S1d	0,04±0,04	3,42±2,50	0,14±0,12	6,71±4,92	0,19±0,15	10,10±6,50
P §	0,48	0,55	0,01*	0,56	0,006*	1,00
M2d	0,07±0,14	2,71±1,38	0,19±0,20	10,28±2,87	0,27±0,30	13,00±2,70
S2d	0,06±0,08	3,50±2,80	0,17±0,15	6,71±5,96	0,23±0,21	10,20±8,80
P §	0,94	1,00	0,84	0,02*	0,90	0,05
M3d	0,04±0,05	2,70±1,30	0,21±0,14	12,71±3,63	0,25±0,15	16,40±5,80
S3d	0,008±0,008	3,50±3,40	0,04±0,05	4,28±2,49	0,04±0,06	5,70±2,80
P §	0,25	0,14	0,006*	0,004*	0,006*	0,007*

M1d: Mini vida 1 ay deney grubu, M2d: Mini vida 2 ay deney grubu, M3d: Mini vida 3 ay deney grubu, S1d: Spring 1 ay deney grubu, S2d: Spring 2 ay deney grubu, S3d: Spring 3 ay deney grubu, Mesth: mesial toplam hacim, Mests: mesial toplam sayı, Disth: distal toplam hacim, Dists: Distal toplam sayı, * $P<0,05$, ** $P<0,01$, *** $P<0,001$, § Mann Whitney U testi

Tablo 4.26 Kontrol Gruplarının toplam hacim (mm³) ve sayı açısından karşılaştırılması

	Mesth Ort±SS	Mests Ort±SS	Disth Ort±SS	Dists Ort±SS	Toplam h Ort±SS	Toplam s Ort±SS
M1k	0,05±0,04	2,14±2,41	0,23±0,12	4,85±2,19	0,28±0,10	7,00±3,70
S1k	0,17±0,25	3,57±2,87	0,09±0,11	3,42±2,07	0,26±0,36	7,00±4,50
P §	0,56	0,29	0,02*	0,21	0,10	0,90
M2k	0,030±0,030	2,57±2,07	0,21±0,20	6,28±3,98	0,24±0,21	8,80±5,90
S2k	0,05±0,05	1,40±0,70	0,13±0,14	5,66±2,94	0,18±0,16	9,50±3,20
P §	0,40	0,30	0,40	0,43	0,90	0,30
M3k	0,08±0,07	5,71±2,21	0,11±0,10	7,85±4,81	0,20±0,12	13,50±5,30
S3k	0,02±0,04	3,10±2,10	0,04±0,02	5,57±2,22	0,07±0,04	8,70±2,80
P §	0,04*	0,09	0,04*	0,33	0,02*	0,07

M1k: Mini vida 1 ay kontrol grubu, M2k: Mini vida 2 ay kontrol grubu, M3k: Mini vida 3 ay kontrol grubu, S1k: Spring 1 ay kontrol grubu, S2k: Spring 2 ay kontrol grubu, S3k: Spring 3 ay kontrol grubu, Mesth: mesial toplam hacim, Mests: mesial toplam sayı, Disth: distal toplam hacim, Dists: Distal toplam sayı, *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, § Mann Whitney U testi

4.4. Bölgelerin hacim ve sayı yönünden karşılaştırılması

Çalışmamızda, deney ve kontrol gruplarına ait dişlerin kökleri farklı yüzey (bukkal, lingual, mezial ve distal) ve farklı seviyelerde (servikal, orta ve apikal) bölünerek bir diş 12 ayrı bölgede incelendi.

Tablo 4.27’de dişin farklı bölgelerine ait rezorpsiyon kraterlerinin hacim yönünden karşılaştırması gösterilmektedir. Tablo 4.27 değerlendirildiğinde en fazla rezorpsiyon krater hacmine sahip bölgeler adlh (apikal distolingual hacim), adbh (apikal distobukkal hacim) ve odbh (orta distobukkal hacim)’de izlenmektedir. Daha sonra odlh (orta distolingual hacim) ve smlh (servikal mesiolingual hacim) bölgeleri bu bölgeleri takip etmektedir. En az rezorpsiyon hacminin görüldüğü bölgeler sırasıyla smbh (servikal mesiobukkal hacim), sdbh (servikal distobukkal hacim), omlh (orta mesiolingual hacim), sdlh (servikal distolingual hacim), ombh (orta mesiobukkal hacim), ambh (apikal mesiobukkal hacim) ve amlh (apikal mesiolingual hacim)’dir.

Tablo 4.28’de dişin farklı bölgelerine ait rezorpsiyon kraterlerinin sayı yönünden karşılaştırması gösterilmektedir. Tablo 4.28 değerlendirildiğinde en fazla rezorpsiyon krater sayısına sahip bölgeler adbs (apikal distobukkal sayı), adls (apikal distolingual sayı) ve odbs (orta distobukkal sayı)’de izlenmektedir. Daha sonra odls (orta distolingual sayı) ve smls (servikal mesiolingual sayı) bölgeleri bu bölgeleri takip

etmektedir. En az rezorpsiyon sayısının görüldüğü bölgeler sırasıyla ambs (apikal mesiobukkal sayı), ombs (orta mesiobukkal sayı), smbs (servikal mesiobukkal sayı), sdbbs (servikal distoobukkal sayı), ambs (apikal mesiobukkal sayı), sdbs (servikal distolingual sayı) ve ombs (orta mesiobukkal sayı)'dir.

Tablo 4.27 Bölgelerin hacim (mm³) yönünden karşılaştırılması

	Ort±SS	Gruplar arası karşılaştırma Kruskal-Wallis §	P
Smbh	0,010±0,04	A	< 0,0001
Sdbh	0,010±0,03	A	
Smlh	0,020±0,03	B	
Sdlh	0,008±0,02	A	
Ombh	0,004±0,02	A	
Odbh	0,030±0,06	CD	
Omlh	0,010±0,06	A	
Odlh	0,020±0,04	BD	
Ambh	0,004±0,01	A	
Adbh	0,030±0,04	C	
Amlh	0,004±0,01	A	
Adlh	0,040±0,07	C	

§ Kruskal-Wallis testine göre aynı harfi alan gruplar arasında fark yok

Tablo 4.28 Bölgelerin sayı yönünden karşılaştırılması

	Ort±SS	Gruplar arası karşılaştırma Kruskal-Wallis §	P
Smbs	0,45±0,71	AC	< 0,0001
Sdbs	0,45±0,62	AC	
Smls	1,00±1,00	B	
Sdls	0,33±0,64	A	
Ombs	0,27±0,49	A	
Odbbs	1,37±1,30	BE	
Omls	0,46±0,79	AC	
Odlb	1,18±1,43	B	
Ambs	0,54±0,65	C	
Adbs	1,82±1,41	D	
Amls	0,44±0,70	AC	
Adls	1,61±1,30	DE	

§ Kruskal-Wallis testine göre aynı harfi alan gruplar arasında fark yoktur.

Tablo 4.29'da dişin farklı seviyelerdeki rezorpsiyon kraterlerinin hacim yönünden karşılaştırması gösterilmektedir. Tablo 4.29 değerlendirildiğinde rezorpsiyon krater hacmi, servikal bölgeye göre apikal ve orta bölgede daha fazladır. Orta ve apikal bölge arasında fark yoktur.

Tablo 4.30’da dişin farklı seviyelerdeki rezorpsiyon krater sayısı yönünden karşılaştırması gösterilmektedir. Tablo 4.30 değerlendirildiğinde rezorpsiyon krater sayısı, en fazla apikal bölgededir. Daha sonra sırasıyla orta ve servikal bölgede bulunmaktadır.

Tablo 4.29 Hacim (mm³) yönünden servikal-orta-apikal bölgelerin karşılaştırması

	Ort±SS	Gruplar arası karşılaştırma Kruskal-Wallis §	P
Servikal	0,01±0,03	A	< 0,008
Orta	0,02±0,05	AB	
Apikal	0,02±0,04	B	

§ Kruskal-Wallis testine göre aynı harfi alan gruplar arasında fark yoktur.

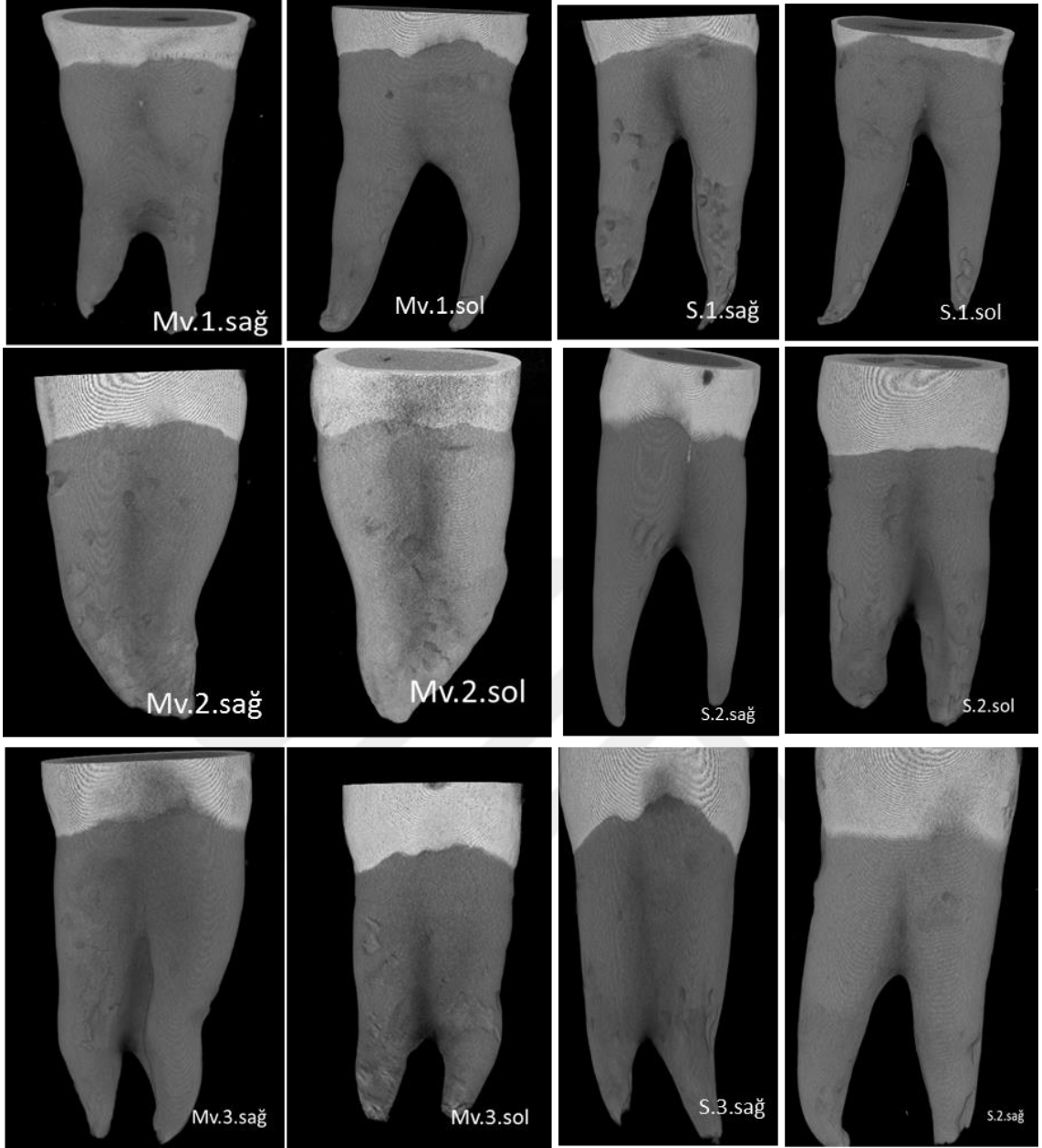
Tablo 4.30 Sayı yönünden servikal-orta-apikal bölgelerin karşılaştırması

	Ort±SS	Gruplar arası karşılaştırma Kruskal-Wallis §	P
Servikal	0,55±0,80	A	< 0,0001
Orta	0,82±1,16	B	
Apikal	1,10±1,23	C	

§ Kruskal-Wallis testine göre aynı harfi alan gruplar arasında fark yoktur.

4.5. Rezorpsiyon Kraterlerinin Görsel Değerlendirmesi

Yapılan analizler sırasında rezorpsiyon kraterlerinin görsel değerlendirmesine ait Şekil 3.19’da izlenmektedir. Bu değerlendirmede kraterlerin özellikle orta distal bölgede yoğunlaşmış olduğu dikkat çekmektedir. Birinci premolar dişin distal orta bölgesinde mini vida temasının gerçekleştiğı kök yüzeyinde rezorpsiyon kraterlerinin sayısı ve hacmi diğer yüzeylere göre daha fazladır. Kökün orta üçlüsünde genelde dağınık küçük çaplı ve geniş yüzeyli olmak üzere 2 tip rezorpsiyon krateri bulunmaktadır. Kökün apikal üçlüsünde derin ve yoğun şekilde küçük kraterler, bazı köklerde ise küntleşmeler saptanmıştır.



Şekil 4.1. Grupların görsel değerlendirmesi

5. TARTIŞMA

Ankraj kontrolü, başarılı ortodontik tedavinin anahtarıdır. Ortodontik mini vida, kooperasyon problemi olan hastada ankraj problemini çözen, yerleştirmesi ve çıkarması kolay, nispeten düşük maliyetli ve çok yönlü klinik uygulama etkinliği sağlayan çağdaş ortodontide kullanılan popüler bir apareydir.

Ortodontik mini vidaların kullanımı; mini vida kırığı, implant etrafında oluşan mukozitis, mukozanın ülserasyonu ve implanta komşu dişlerde kök hasarı gibi komplikasyonlara yol açabilmektedir. Mini vidanın uygulanması sırasında oluşan kök hasarı, hastanın diş sağlığı için en zararlı komplikasyondur ve klinisyenler için mini vida kullanımında en önemli çekince nedenidir (163). Ayrıca mini vidanın yakın komşuluğundaki kök yüzeyi, mini vida başarısızlığının en önemli risk faktörüdür (113).

Kök hasarı; mini vidanın yanlış yerleştirilmesi, yükleme sonrası hareket etmesi, yerleştirme açısının değişmesi, kök yapısındaki anatomik çeşitlilik veya ortodontik tedavi sırasında köke temas etmesiyle gerçekleşebilmektedir (2). Klinikte böyle bir durumla karşılaşıldığında kök yüzeyindeki tamir sürecini bilmek rutin uygulamalarda en uygun çözümü bulmak açısından oldukça önemlidir.

Mini vida kullanımı ile kökte meydana gelen hasar ve tamir süreci, daha önce yapılan klinik çalışmalarda histolojik analiz ve taramalı elektron mikroskobu yöntemleri kullanılarak ortaya konulmuştur (2, 4, 160). Ancak, literatürde mikro BT yöntemi kullanılarak kök yüzeyinde meydana gelen rezorpsiyon paterni üç boyutlu olarak incelenmemiştir. Konuyla ilgili yapılan hayvan çalışmalarında ise histolojik analiz ile inceleme yapılmıştır (153, 155, 157). Çalışma tasarımında klinik uygulamaya karar verilmesinde, klinik uygulamaların taklit edilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmamızda; mini vida ile temasa geçecek şekilde hareket ettirilen üst birinci premolar dişlerin kök yüzeyinde meydana gelen rezorpsiyon krater hacimlerinin üç boyutlu olarak analiz edilmesi ve farklı bekleme periyotlarından (4, 8, 12 haftalık) sonra rezorpsiyon krater hacimlerindeki değişimi ortaya koymak amaçlanmıştır. Böylece kök yüzeyinde meydana gelen rezorpsiyon sonrası tamir süreci hakkında bilgi edinilmesi hedeflenmiştir.

Ortodontik tedavi sırasında mini vida ile kök yüzeyinde temas olduğu saptandığında, klinik uygulama açısından hangi önlemlerin alınması gerektiği sorusuna cevap vermek çalışmamızın bir diğer hedefidir. Bu amaçla grupları belirlerken ilk üç grupta etken eliminasyonu, diğer üç grupta ise kuvvet eliminasyonu sonrası tamir süreci incelenmiştir.

Çalışmaya şiddetli çapraşıklık nedeniyle ortodontik tedavi planlarında üst birinci premolar diş çekimi endikasyonu konulmuş bireyler dahil edildi. Çalışmaya dahil edilme kriterleri, daha önce yapılmış benzer çalışmalar temel alınarak belirlenmiştir (2, 4, 162).

Ortodontik tedavi kök gelişimini durdurmamaktadır ancak tedavi başlangıcında kök formasyonu tamamlanmayan dişler varsa ortodontik tedavinin kök gelişimini etkilediği ve köklerin potansiyel kök uzunluğundan daha kısa olacak şekilde kök gelişimlerini tamamladığı bildirilmiştir (164). Rutin ortodontik tedavilerde de bu durum göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca, kök gelişiminin tamamlanmadığı durumda, kökteki rezorpsiyon süreci bu durumdan etkilenebilmektedir (30). Bu sebepten dolayı çalışmamızda üst birinci premolar dişin kök gelişimini tamamlamış olmasına dikkat edilmiştir.

Diş kökündeki rezorpsiyonun araştırıldığı prospektif çalışmalarda belli kronolojik yaştaki hastalar seçilmiştir (70, 161, 165). Ortodonti kliniğine başvuran hasta profilinin genelde 12-18 yaş arasındaki hastalardan oluşması ve çalışmada kullanılacak üst 1. premolar dişin apeksifikasyonunun tamamlanmış olması açısından hastalar bu yaş aralığında seçilmiştir. Bireyler gruplara rastgele olacak şekilde dağıtılmıştır.

Kemik yoğunluğu fazla olan bölgelerde, diş hareketinin daha fazla ve daha uzun süreli kuvvetlerle gerçekleşeceğini ve bunun da daha fazla kök rezorpsiyonuna neden olduğu savunulmasına (166) rağmen, kökün etrafındaki alveoler kemik miktarı ve kortikal kemik kalınlığının kök rezorpsiyonuyla korelasyon göstermediği bilinmektedir (167). Maksilla ve mandibula arasında kemik yoğunluk farkı olmasından dolayı sadece üst çenedeki dişleri kullanan çalışmalar mevcuttur (165). Çalışma tasarımı oluştururken kök rezorpsiyonu miktarına kemik yoğunluğunun etkisini elimine etmek için örneklerin aynı çenede olması kriteri belirlenmiştir ve ortodontik tedavi planında

çift taraflı üst birinci premolar diş çekimi endikasyonu konulmuş hastalar çalışmaya dahil edilmiştir.

Kök rezorpsiyonu şiddetinde veya insidansında cinsiyetin etkili bir faktör olmadığını belirten araştırmacılar (168, 169) varken, ortodontik tedavi sırasında kadınların erkeklerden rezorpsiyona daha yatkın olduğunu bulan araştırmacılar da (170, 171) vardır. Bu bilgiler ışığında çalışmamızdaki gruplar, cinsiyet dağılımı dengeli olacak şekilde oluşturulmaya çalışılmıştır.

Maksiler santral dişlerin, ortodontik olarak indüklenmiş iltihabi kök rezorpsiyonuna en yatkın dişler olduğunu birçok çalışma ortaya koymuştur. Bu dişleri maksiler molar ve kanin dişleri takip eder (172). Bazı dişlerin ortodontik olarak indüklenmiş iltihabi kök rezorpsiyonuna daha hassas olması ve çekim sıklığı nedeniyle çalışma tasarımı oluşturulurken sadece birinci premolar diş dahil edilmiştir.

Artan yaşla beraber dentoalveoler yapıda değişiklikler meydana gelmekte, PDL daha dens, avasküler yapıya dönüşürken sement kalınlığı artmaktadır (20). Bu nedenler, yetişkinlerde kök rezorpsiyonunun daha yüksek oranda görülmesinden sorumlu tutulmaktadır. Sameshima ve Sinclair (168), kök rezorpsiyonu oluşumunda yaşın önemli bir faktör olduğunu belirtmişlerdir. Ancak birçok araştırmacı OİİKR ve kronolojik yaş arasında çok düşük bir korelasyon olduğunu belirtmiştir (45, 173, 174).

Keser dişler kök rezorpsiyonu açısından değerlendirildiğinde; kendinden bağlanan ve konvansiyonel braketler arasında kök rezorpsiyonu açısından fark bulunamamıştır (175). Konvansiyonel ve pasif self ligating braketler arasında OİİKR miktarında fark bulunamamıştır (176). Cheng ve ark. (161). ve Srivicharnkul ve ark. (177), deney dişlerinde standardize bir ligasyonun sağlanması amacıyla 0.022 inç slot genişliğindeki kendinden bağlanan braketleri tercih etmişlerdir. Çalışmamızda kuvvet standardizasyonu ve ligasyondan oluşan problemleri elimine etmek için kapaklı braket sistemi kullanılmıştır.

Kuvvet kaynağı olarak; yüksek geri yaylanma, şekil verilebilme ve düşük sertlik özellikleri nedeniyle TMA tel kullanılarak springler yapıldı (178). Springler, ağız içi kuvvet ölçer yardımıyla birinci premolar dişe 150 g kuvvet uygulayacak şekilde aktive edildi. Kadioğlu ve ark. (4), çalışmalarında 0,016 inç Australian telden yapılmış springleri ortalama 100 g kuvvet uygulayacak şekilde uygulamışlardır. Ancak yuvarlak

tel kullanımıyla dişte labiolingual yönde kontrolsüz bir devrilme hareketi olacağından deney sonuçlarını etkileyebilir. Maino ve ark. (160), 0,016 x 0,022 inç paslanmaz çelik ark teli üzerinden 150 g kuvvet uygulayan süperelastik açıcı coil spring kullanmışlardır. Çalışmamızda 0,017 x 0,025 inç TMA telden yapılan springler kullanıldı.

Hyde ve ark.'larının (12) yaptığı anket çalışmasına göre ortodontistler klinikte 1,4 ve 1,6 mm çapta ve 8-10 mm uzunluğundaki mini vidaları tercih etmektedir. Crismani ve ark. (179), yaptıkları derlemede, daha stabil olması sebebiyle ve kök hasarı riskini azaltmak için 1,2 mm çapta ve 8 mm uzunluğundaki mini vidaların tercih edildiğini göstermişlerdir. Mini vidanın kök yüzeyinde meydana getirdiği hasarı ve tamir sürecini araştıran klinik çalışmalarda (2, 4, 160), 1,5 mm çap ve 8 mm uzunluğundaki ortodontik mini vidaları kullanmışlardır. Klinikte rutin uygulamalarda daha çok kullanılan mini vida boyutu, 1,5 mm çap ve 8 mm uzunluğundaki mini vidalar olduğundan çalışmamızda bu boyuttaki mini vidalar tercih edildi.

Brudvik ve Rygh (54), kuvvet uygulandıktan 21 gün sonra rezorbe kök yüzeyinde yeni mineralize sement olduğunu gözlemlemişlerdir. Asscherickx ve ark. (153) köpeklerde yaptıkları çalışmada, mini vidayla oluşturulan kök hasarından yaklaşık 12 hafta sonra iyileşmenin olduğunu ve 20 hafta sonra tamamen tamirin oluştuğunu rapor etmişlerdir. Chen ve ark.'nın (142) yaptıkları hayvan çalışmasında, kökle teması olan mini vidaların başarısızlık oranlarının arttığını bulmuşlar ve hasar sonrası mini vida çıkarıldığında kökteki tamirin sement depozisyonu ve kemik rejenerasyonu ile gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Kim ve ark. (159), yaptıkları hayvan çalışmasında mini vidalarla kök yüzeyinde iatrojenik kök hasarı oluşturmuş, sonrasında iyileşme cevabını araştırmak için 4, 8, 12 ve 16 haftalık periyotlarda inceleme yapmışlardır.

Kadioğlu ve ark. (4), mini vida ile kök teması elde edildikten 4 ve 8 haftalık bekleme sürelerinden sonra, premolar dişi çekerek kök yüzeyindeki tamiri taramalı elektron mikroskobu kullanarak incelemişlerdir. Maino ve ark. (160), mini vida ve kök teması sağlandıktan 30 gün sonra premolar dişleri çekerek histolojik incelemesini yapmışlardır. Çalışmamızda yapılmış bu çalışmalar rehber alınarak, 4, 8 ve 12 haftalık iyileşme periyotlarını değerlendirdik.

Yapılan güç analizinde, her bir grupta en az 7 birey olması gerektiği hesaplandığından çalışmamıza her grupta 7 birey olacak şekilde toplamda 42 hasta dahil

edildi. Çalışmamızda 84 adet diş mikro BT yöntemi kullanılarak incelendi. Mikro BT'nin yüksek maliyetli bir yöntem olması nedeniyle örnek sayısı alt limitte tutulmuştur. Bu durum çalışmanın bir limitasyonu olarak gösterilebilir. Ayrıca insan klinik çalışmalarında etik ve pratik uygulama kısıtlamaları, gruptaki birey sayısını etkilemektedir. Mikro BT'nin yüksek radyasyon dozu sadece cansız objelerle çalışmaya olanak sağladığından şu anki şartlar altında uygulama yapılmadan önce var olan kök rezorpsiyonu araştırılamamaktadır (180).

Kesitsel bir çalışma olarak planladığımız bu çalışmada, hastanın bireysel yanıtı önemlidir. Diş boyutu farklılığı, bireysel farklılık ve aynı bireyin sağ ve sol dişlerinin farklı kök morfolojilerine sahip olabilme ihtimali çalışmanın dezavantajı olarak göz önünde bulundurulmalıdır. Tipping hareketi için dişe uygulanan kuvvet karşısında dişlerin verdiği farklı cevaplar, oluşan rezorpsiyon kraterinin boyutunu ve tamir sürecini etkileyebileceği düşünülmelidir.

Mikro BT; hızlı, yüksek çözünürlüğe sahip, hata oranı düşük, gelişmiş görsel ve perspektif değerlendirmeye olanak sağlayan bir yöntemdir. Bu yöntem başlıca kemiğin trabeküler yapısı, gelişiminin izlenmesi ve ölçülmesi için kullanılmaktadır (181).

Mikro BT, ortodontik diş hareketi uygulandıktan sonra çekilmiş dişlerin kök yüzeylerindeki rezorpsiyon kraterlerinin görüntülenmesi ve ölçülmesi için de kullanılmaktadır (75). Kraterlerin üç boyutlu analizi, histolojik analiz yapılmadan elde edilebilir. Kök rezorpsiyonu üç boyutlu bir olgudur ve rezorpsiyon krateri boyutunun doğru şekilde ölçülmesi gerekir. İki boyutlu histolojik ve radyografik değerlendirme üzerinden kök rezorpsiyon kraterlerinin üç boyutlu değerlendirmesinin doğruluğu daha önceki çalışmalarda yapılmıştır (73, 182). Üç boyutlu analizin avantajı kraterlerin farklı açılarda izlenerek rezorpsiyon kraterinin morfolojisi, topografisi ve boyutunun genişletilebilmesidir.

Son on yıldır mikro BT, kompleks geometrilerin ölçülmesi için 10 µm boyutunda bile çok küçük rezolüsyonlarda kullanılmaktadır. Çekilmiş dişlerin yüksek çözünürlüklü üç boyutlu görüntüsünü elde etmek için diş hekimliği dalında bu yöntem adapte edilmiştir. Kök rezorpsiyonu kraterleri net bir şekilde izlenebilir böylece ortodontik diş hareketine maruz kalmamış kontrol dişlerindeki minör kök rezorpsiyonu noktaları bile tanımlanabilmektedir (81).

Dudic ve ark.'nın (81) çalışmasına göre, kök rezorpsiyonuna sebep olabilecek herhangi bir predispozisyonu olmayan dişler seçilmiş olmasına rağmen 19 kontrol dişinden 4 tanesinde krater mevcut olması rezorpsiyonun idiyopatik doğasını göstermektedir. Bu çalışmada, mikro BT ve radyografi metodu karşılaştırıldığında apikal kök rezorpsiyonunun tespitinde periapikal radyografların doğruluğunun oldukça kısıtlı olduğu belirtilmiştir.

Radyograflar kullanılarak gerçekleştirilen iki boyutlu çalışmalar, sadece kök apeksindeki kısılmayı ölçmekle sınırlıdır. Ayrıca, magnifikasyon hataları kök rezorpsiyonu miktarının daha az ya da daha fazla ölçülmesine sebep olabilmektedir (75). Panoramik radyografi alırken, özellikle Sınıf II ve Sınıf III hastalar, aşırı procline veya retrocline keserleri olan hastalarda üst ve alt çenede labial bölgede uygun şekilde pozisyonlandırılmadığından kökler kısa ya da uzun izlenmektedir (78).

Kök rezorpsiyonunun radyografi veya histolojik kesitler kullanılarak yapılan nicel analizi hatalı ve tekrar edilebilirliği zordur. Yeni teknolojik çağda kök rezorpsiyonu çalışmaları üç boyutlu ölçümler ile sağlanmaktadır. Nicel SEM analizinde, mikrotomografinin elimine ettiği metodolojik zorluklar vardır. Mikro BT ayrıca diş kökünün önemli anatomik farklılıklarını ortaya koymaktadır (73).

Bu çalışmada, SkyScan 1172 masaüstü Mikro BT sistemi kullanılmıştır. SkyScan 1172 sisteminde yüksek performanslı 10 Mp kamera mevcuttur. 10 Mp kamera en fazla, ikili kamera kullanıldığında, 68 mm maksimum tarama genişliğine, tek kamera kullanıldığında ise 35 mm maksimum tarama genişliğine izin verir. Bu kamera ile 1 μ m' den daha düşük bir nominal çözünürlük (piksel genişliği) elde edilebilir. Sistemin yaklaşık 70 mm maksimum tarama yüksekliği, büyük numuneler veya küçük numunelerden oluşan bir sütunun taranmasına olanak sağlar (87). Çalışmamızda rezorpsiyon kraterlerinin kökte hangi bölgede en çok lokalize olduğunu belirlemek için diş kökleri vertikal olarak 3, transversal olarak 4 bölge, toplamda 12 parçaya ayrılarak incelenmiştir.

Tarama için örneklerin preparasyon işleminin olmaması, tekrar tekrar taranabilmesi, tarama esnasında kök yüzeyinin zarar görmemesi, elde edilen görüntülerin değerlendirme için istenen hassasiyette olması bu sistemin avantajlarındandır. Bunun yanı sıra bu yöntemle taranan nesneden hacimsel veri elde

edilebilmektedir. Mikro BT'nin en önemli dezavantajları ise her bir örnekten üç boyutlu model elde etmenin uzun zaman alması ve maliyetli bir işlem olmasıdır (183). Ayrıca Cheng ve ark. (161), 4 haftalık sürekli hafif ve ağır kuvvet uygulaması sonrası 4 ve 8 haftalık kök rezorpsiyonu tamirini gözlemledikleri mikro BT çalışmalarında, bu yöntemle yüksek uzaysal çözünürlüğe sahip görüntüleri elde edilmesine rağmen var olan sement dokusuyla tamir sementini ayırabilmenin mümkün olmadığını, yapısal değişikliklerin ancak histolojik kesitlerle ortaya konabileceğini ifade etmişlerdir.

Literatürde mikro BT yöntemi kullanılarak kök yüzeyindeki rezorpsiyon kraterlerini değerlendiren birçok çalışma vardır (42, 75, 161, 180, 184). Montenegro ve ark. (180), hafif ve ağır ekstruziv ortodontik kuvvet uygulanan premolar dişlerde meydana gelen kök rezorpsiyonunu mikro BT yöntemiyle inceledikleri klinik çalışmalarında, kök rezorpsiyonun üç boyutlu bir kavram olduğunu ve kraterlerin üç boyutlu olarak incelenmesini sağlayan stereo görüntüleme, taramalı elektron mikroskobu ve bilgisayarlı tomografi yöntemlerinin daha doğru sonuçlar elde edeceğini belirtmişlerdir.

Harris ve ark. (75), kontrollü hafif ve ağır intrusiv kuvvet uygulaması sonrası premolar kök yüzeyindeki rezorpsiyon kraterlerini inceledikleri çalışmalarında taramalı elektron mikroskobuyla yapılan üç boyutlu analizdeki örnek preparasyonu ve rezorpsiyon krateri rekonstrüksiyonu gibi karmaşık yöntemsel işlemleri elimine etmek için mikro BT yöntemini tercih etmişlerdir.

Barbagallo ve ark. (42), şeffaf hareketli termoplastik apareyler yardımıyla hafif ve ağır ortodontik kuvvetlerin uygulandığı premolar dişlerin köklerindeki rezorpsiyonu inceledikleri çalışmalarında, rezorpsiyon ölçümünde histolojik yöntemlerin, SEM ve mikro BT kadar doğru ve güvenilir sonuç vermeyeceğini belirtmişlerdir. Ortodontik ortak indüklenmiş kök rezorpsiyonunu ölçmede mikro BT kullanımıyla ilgili az çalışma olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Bartley ve ark. (34), 4 hafta 2,5° ve 5° bukkal kök torku uygulaması sonrası kökte meydana gelen rezorpsiyon kraterlerini değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada, kök rezorpsiyonunun üç boyutlu bir olay olduğunu ve mikro BT'nin kök rezorpsiyonunu ölçmede altın standart olduğunu belirtmişlerdir. Hohmann ve ark. (184), SEM ve mikro BT yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarının sonucunda mikro BT'nin diş

morfolojisinin değerlendirilmesinde kolay uygulanabilir ve doğru bir metot olduğunu bulmuşlardır. Çalışmamızda rezorpsiyon kraterlerinin belirlenmesi ve ölçülmesi sırasında mikro BT'nin tercih edilmesinde bu avantajlar göz önünde bulundurulmuştur.

5.1. Sonuçların Değerlendirilmesi

Çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde, her ne kadar üç boyutlu rezorpsiyon krater hacimleri belirlenmiş olsa da kimi sonuçlarda krater sayısı az olmasına rağmen krater hacmi fazla olduğu için rezorpsiyon hacminin fazla olması ya da tam tersi durumda yani krater sayısı fazla rezorpsiyon hacmi az olduğu durumlar irdelenmeye çalışılmıştır. Ancak literatürde rezorpsiyon kraterlerinin büyüklüğü ve derinliğine ait herhangi bir skala ya da sınıflandırma yer almamaktadır. Bu konuda literatürde ciddi bir eksiklik vardır.

Etkenin elimine edildiği ve kuvvet uygulamasının devam ettiği durumları temsil eden M1, M2 ve M3 grupları için deney ve kontrol grupları karşılaştırıldığında, sadece 4 haftalık deney grubu kontrol grubuna göre anlamlı bir şekilde fazla rezorpsiyon krater hacmine sahiptir. Bunun yanı sıra diğer gözlem periyotlarında deney ve kontrol grupları arasında hacimsel değerlerde belirgin bir farklılık saptanmamıştır. Aynı şekilde krater sayısı değerlendirildiğinde gruplar arasında belirgin bir farklılık saptanmamıştır. Kuvvetin elimine edilip etkenin uzaklaştırılmadığı durumları temsil eden S1, S2 ve S3 grupları değerlendirildiğinde ise deney ve kontrol grupları arasında belirgin bir farklılık saptanmamıştır. Ancak sayısal değerler irdelendiğinde hem sayı hem hacim bakımından verilerin deney grubunda daha fazla olduğu dikkat çekmektedir. Bu bilgiler ışığında rezorpsiyon kraterlerinin sayı ve boyutundaki azalma için 12 haftalık sürenin yeterli bir süre olmadığı söylenebilir.

Çalışma tasarımıımıza benzerlik gösteren Kadioğlu ve ark.'nın (4) çalışmasının histolojik bulgularına göre 4 haftada immatür organik fibriller, tamirin erken bulgusu olarak rezorpsiyon lakününde izlenmiştir. Kolajen fibriller, 8 haftalık tamir sürecinde hasarlı bölgeyi tamamen kaplayacak şekilde reorganize olmuştur. Bu fibriller tamamen matürdür ve hasarlı bölgeyi fonksiyonel olarak tamir eder. Ahmed ve ark.'nın (2) yaptıkları çalışmada histolojik kesit alındıktan sonra histomorfometri yöntemi kullanılarak sementteki tamir ölçülmüştür. 4 hafta sonunda % 60 oranında orta seviyede tamir, 8 hafta sonunda % 35 oranında ve 12 hafta sonunda % 28,6 oranında tamir

izlenmiştir. Ahmet ve ark.'nın (2) sonuçlarına göre 12 hafta sonunda dişlerde, % 70'i mükemmel seviyede hasarlı bölgenin tamiri izlenmiştir ve tamir miktarı zamana bağlı olarak artmıştır. Bu iki çalışma sonuçları yaptığımız çalışmanın sonuçlarıyla çelişmektedir. Bu farklılık, değerlendirme metodunun farklılığından kaynaklanmış olabilir. Kadioğlu ve ark. (4) ve Ahmed ve ark. (2) sert dokudan çok yumuşak doku üzerindeki değişimi temel alarak rezorpsiyon kraterlerindeki değişimi irdelemişlerdir. Çalışmamızın sonuçlarına göre; klinik olarak mini vida ile kök hasarı meydana geldikten sonra, rezorpsiyon kraterinin iyileşme kriteri olarak rezorpsiyon kraterinin hacminde ve sayısındaki azalma seçilirse, 12 haftalık tamir sürecinin iyileşme için yeterli olmadığı sonucuna varabiliriz. Ancak Ahmed ve ark.'nın (2) çalışmasında ortaya konulan histolojik bulgulara göre, sement dokusunda iyileşme meydana gelmektedir. Bu çalışmaya göre 12 hafta sonunda mükemmel seviyeye ulaşması radyolojik olarak aynı süre için teyit edilememektedir. Dişin anatomik formuna tekrar kavuşabilmesi için bu süre yeterli değildir.

Henry ve Weinmann (185), kök rezorpsiyonu tamirinde 2 yapısal tip tanımlamışlardır: Anatomik ve fonksiyonel. Anatomik tamir, kök yüzeyinin orijinal konturunun tamiriyle karakterizedir. Fonksiyonel tamir ise ince tamir sementi tabakasıyla kaplanmış dentin varlığında meydana gelir. Fonksiyonel tamir 4 haftalık retansiyonda bırakılmış örneklerde daha çok izlenirken, anatomik tamir 8 haftalık retansiyonda bırakılmış örneklerde izlenmiştir. Henry ve Weinmann (185), kök rezorpsiyonunun tamirinde yapısal tipin zamana bağlı olduğunu, ortodontik kuvvete bağlı olmadığını ileri sürmüşlerdir. Çalışmamızda mikro BT yöntemi ile krater hacimleri incelenirken hücresel değişiklik saptanamayacağından ancak anatomik tamir hakkında bilgi edinilebileceği düşünülmektedir.

M1d, M2d ve M3d rezorpsiyon krater hacmi karşılaştırma sonuçları değerlendirildiğinde; 4 haftalık retansiyon dönemi sonuçları 8 ve 12 haftalık retansiyon dönemindeki sonuçlara göre toplam hacim açısından daha fazladır. Bu sonuç tamir sürecinin 8 ve 12 haftada, 4 haftadan daha fazla olduğunu göstermektedir. Toplam hacim 8 haftada yaklaşık % 53 oranında, 12 haftada ise % 57 oranında iyileşme göstermiştir. Owman-Moll ve ark. (186), adölesanlarda yaptıkları çalışmada kuvvet kaldırıldıktan sonra 4 haftada tamir süreci hızlandığını ve tamirin % 75'inin 8 hafta içinde tamamlandığını ifade etmişlerdir. Çalışmamızdaki bulgulara benzer şekilde

Owman-Moll ve ark. (186), ortalama toplam iyileşme süresinin 12 haftadan daha fazla olduğunu ve 12 hafta sonra hiçbir örnekte tam bir iyileşme olmadığını ileri sürmüşlerdir. Langford ve Sims (49), hızlı üst çene genişletmesi sonrası 14 ve 52 haftalık periyotlarda kök yüzey rezorpsiyon tamirini incelemişlerdir. Örneklerde tamirin genelde uzun periyotlarda olduğunu bulmuşlardır ancak veriler ölçülmemiştir.

Adölesan bireylerin katıldığı klinik çalışmalarda deney süresi kısadır ve insanlarda uzun dönemdeki tamir süreci sonuçlarının açığa kavuşturulması gerekmektedir. Ancak bu tür çalışmaların pratik ve etik nedenlerden dolayı gerçekleştirilmesi zordur (67). Bu nedenle çalışma tasarımında 12 haftadan sonraki sonuçların değerlendirilmesi yapılmamıştır.

M1d, M2d ve M3d rezorpsiyon krater hacmi karşılaştırma sonuçları değerlendirildiğinde ayrıca apikal mesiobukkal bölgedeki rezorpsiyon krater hacmi açısından zamanla bu bölgede hacmin arttığı dikkat çekmektedir. Bu bölgedeki farklılık toplam hacim değerine yansımamıştır. Birçok raporda rezorpsiyonun kökün apikal üçlüsünde gerçekleştiği belirtilmiştir (185). Kökün apikal ve orta üçlüsünde periodontal fibrillerin yönü travma olasılığının artışına yol açmaktadır. Apikal üçlü hücreli sementle kaplıyken, orta ve servikal üçlü hücreli sementle kaplıdır. Kökün apikal üçlüsünde, aktif hücreler ve destekleyen damarsal yapıya sahip hücreli sement bulunduğu travmaya ve hücre hasarıyla ilişkili reaksiyonlara karşı daha hassas olması, apikal bölgenin daha düşük sertlik ve elastik modül göstermesi rezorpsiyonun radyografik olarak daha çok kökün apikal bölgesinde gözlenmesine sebep olarak gösterilmiştir (187).

Srivicharnkul ve ark. (177), hafif ve ağır kuvvet uygulamasından sonra kök sementinin sertlik ve elastik modül özelliklerini inceledikleri çalışmalarında apikal seviyede servikal ve orta bölgeye oranla daha çok rezorpsiyon gözlendiğini ve bunun sebebi olarak apikal bölgenin; daha yumuşak ve daha az mineralize olup, daha az Sharpey lifleri içerdiğinden orta ve servikal bölgeye göre kök rezorpsiyonuna daha yatkın olmasını göstermişlerdir. Bu nedenle çalışma sonuçlarımızda apikal bölgede daha yoğun şekilde rezorpsiyon kraterleri izlendiği sonucuna varılabilir.

Sementin yüksek bir tamir kapasitesi vardır ve ortodontik olarak indüklenmiş kök rezorpsiyonunda önemli rol oynamaktadır (41). Daha önce yapılan histolojik

çalışmalarda küçük ve sığ rezorpsiyon kraterlerinin tamamen iyileşme potansiyelinin olduğu ileri sürölmüş ancak retansiyon periyodu açıkça belirtilmemiştir. Çalışmamızda retansiyon periyodu konusundaki bu eksiklik göz önünde bulundurulmuştur.

Apikal bölgedeki artışlar; M1d, M2d ve M3d rezorpsiyon krater sayısı karşılaştırma sonuçları değerlendirildiğinde de izlenmektedir. Apikal mesiobukkal ve apikal distobukkal bölgeler açısından zamanla rezorpsiyon krater sayısında artış izlenmiştir. Bu bölgelerdeki farklılık toplam sayı değerine yansımamıştır.

M1k, M2k ve M3k rezorpsiyon krater sayısı ve hacmi karşılaştırma sonuçları değerlendirildiğinde anlamlı bir fark tespit edilmemiş olması, deney tasarımı ve ölçüm metodunun güvenilir ve tekrar edilebilir olduğunun bir göstergesi sayılabilir.

S1d, S2d ve S3d rezorpsiyon krater hacmi yönünden değerlendirildiğinde; toplam hacim değeri 12 haftada, 4 ve 8 haftaya kıyasla anlamlı derecede azalmıştır. Bu sonuç tamir sürecinin 12 haftada rezorpsiyon sürecinin önüne geçerek baskın hale geldiğini göstermektedir. S1d, S2d ve S3d rezorpsiyon krater sayısı yönünden değerlendirildiğinde fark yoktur. Xu ve ark. (188), yaptıkları hayvan çalışmasında 14 gün boyunca 20 g, 50 g veya 100 g kuvvet uygulanmış sol maksiler 1. molar dişleri 0, 3, 7, 10, 14, 28 ve 42 günlerde mikro BT yöntemiyle incelemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre kök rezorpsiyonu kraterlerinin uygulanan kuvvet miktarına bakılmaksızın tamir potansiyeli olduğunu ancak başlangıç tedavi fazı boyunca tamir olan kısmın önemli olmadığını bulmuşlardır. Bunun sebebinin aktif ortodontik kuvvet kaldırıldığında kök rezorpsiyonun hemen sonlanmadığını ve periodontal ligamentte tüm nekrotik dokular rezorbe olmadan hyalinize dokunun devam etmesine bağlanmaktadır (51). Çalışmamızda springin uzaklaştırılmasıyla dişe uygulanan aktif ortodontik kuvvet kaldırılmıştır ancak Xu ve ark.'nın (188) çalışmasına paralel şekilde rezorpsiyon süreci devam etmiştir. Xu ve ark. (188) ve Owwan-Moll ve ark.'nın (186) bulgularına göre 42 gün sonra bile bazı rezorpsiyon kraterleri tamamen iyileşmemiştir ve ortalama tamir % 76'dır.

S1k, S2k ve S3k rezorpsiyon krater sayısı ve hacmi karşılaştırma sonuçları değerlendirildiğinde anlamlı bir fark tespit edilmemiş olması; M1k, M2k ve M3k'da olduğu gibi aynı klinik işlem ve prosedürlerin gerçekteştirilmesinden kaynaklanmaktadır.

M1d ve S1d grupları arasında rezorpsiyon krater sayısı açısından fark yokken; rezorpsiyon krater hacmi açısından karşılaştırma sonuçları değerlendirildiğinde apikal distolingual bölgedeki ve toplam rezorpsiyon krater hacminin M1d grubunda daha fazla olduğu görülmektedir. Etkenin elimine edilip kuvvetin devam ettiği durumda, rezorpsiyon kraterinde tamirin daha az olduğu söylenebilir. Bu nedenle kuvvet eliminasyonu ve dişin okluzyondan çıkarılması klinik açıdan ilk önerdiğimiz önlemdir. Sementte tamir süreci ortodontik kuvvet belli bir seviyenin altına düşünce ya da kuvvet uygulaması sonlanınca başlar (23). Bu nedenle etkeni elimine edip kuvvet uygulamasına devam ettiğimiz M1d grubunda, aktif kuvvetin devam etmesi rezorpsiyon sürecinin S1d grubuna kıyasla daha şiddetli devam etmesine yol açtığı düşünülebilir. Ancak aktif ortodontik kuvvet durdurulsa bile hyalinize doku bölgelerinde kök rezorpsiyonu devam eder. Periodontal ligamentteki tüm nekrotik dokular rezorbe olana dek osteoklastik aktivitenin azalmayacağı anlamına gelmektedir. Bu nedenle nekrotik dokunun devamlılığı ve uzaklaşması, kök rezorpsiyonu ve tamir sürecini belirler (55).

Owman-Moll ve ark.'nın (186) çalışmasına göre, tamir süreci retansiyonun ilk 4 haftası boyunca artmakta, 5 ve 6. haftalarda yavaşlayarak bir platoya ulaşmaktadır. Çalışmamızda retansiyon periyodunun 4, 8 ve 12 hafta seçilmesinin sebebi, sement tamirinin miktarındaki farklılığa ışık tutmaktır. Ancak bu çalışma, ilk 4 haftalık retansiyon sürecinde rezorpsiyon kraterlerinin hacminde artışın devam ettiğini göstermektedir. Bu durum, rezorpsiyon ve tamirin eş zamanlı gerçekleşmesi ve rezorpsiyon sürecinin tamirden baskın olmasıyla açıklanabilir. Brudvik ve Rygh (55), yaptıkları hayvan çalışmasında, kök rezorpsiyonu tamirinin 2. ve 4. haftalar sırasında olduğunu ve tamir sürecinin 4. haftada sona erdiğini iddia etmişlerdir.

M2d ve S2d grupları rezorpsiyon krater hacmi açısından karşılaştırıldığında, M2d grubunda krater hacmi daha fazladır. M2d ve S2d gruplarının rezorpsiyon krater sayısı açısından karşılaştırma sonuçları değerlendirildiğinde, apikal distobukkal bölgede M2d'de daha çok rezorpsiyon krater sayısı vardır. Fakat bu bölgedeki sonuç toplam sayı değerine yansımamıştır. Rezorpsiyon krater sayısı hesaplanırken küçük hacimli bir kraterle büyük hacimli bir krater aynı kabul edilerek hesaplanmaktadır. Bu nedenle rezorpsiyon krater hacmini ölçmek sayısını ölçmekten daha anlamlı bir veri oluşturduğu düşünülmektedir. İki grup karşılaştırıldığında; apikal distobukkal bölgede rezorpsiyon

krater sayısı bakımından fark bulunmasına rağmen hacim açısından anlamlı fark oluşturmaması bu duruma örnek gösterilebilir.

M3d ve S3d gruplarının rezorpsiyon krater hacmi açısından karşılaştırma sonuçları değerlendirildiğinde; orta distobukkal, orta distolingual, apikal distobukkal bölgedeki hacim ve toplam hacim değerlerinin M3d grubunda daha fazla olduğu görülmektedir. Etkenin elimine edilip kuvvetin devam ettiği durumda rezorpsiyon kraterinde tamirin daha az olduğu söylenebilir. Tamir süreci açısından kuvvet eliminasyonunun etken eliminasyonundan daha etkili olduğu söylenebilir. Kuvvet uygulamasının bırakıldığı gruplarda daha fazla tamir olmasının sebebi, diş hareketinin relapsa uğraması nedeniyle etkenle olan temasının azalmasına bağlanabilir. Bu nedenle, çalışma tasarımıımızda her ne kadar kuvvetin elimine edildiği ve etkenin uzaklaştırılmadığı gruptaki dişler, relaps kuralları gereği kök eski haline döneceğinden pratik olarak mini vidadan uzaklaşmış olur. Çalışma tasarımında bu durum göz önünde bulundurulmuştur ancak rutin klinik uygulamalar sırasında mini vida ve kök teması saptandığında, dişin mini vida ile temasını bilerek devam ettirmek söz konusu olmayacağından relapsı engelleyecek bir uygulama yapılmamıştır.

M3d ve S3d gruplarının rezorpsiyon krater sayısı açısından karşılaştırma sonuçları değerlendirildiğinde; orta distobukkal, orta distolingual, apikal distobukkal bölgedeki sayı ve toplam sayı değerlerinin M3d grubunda daha fazla olduğu görülmektedir. Etkenin elimine edilip kuvvetin devam ettiği durumda rezorpsiyon kraterinde tamirin daha az olduğu söylenebilir. Tamir süreci açısından kuvvet eliminasyonunun etken eliminasyonundan daha etkili olduğu söylenebilir. Dişin orta üçlüsünde daha fazla rezorpsiyon gözlemlenmesi mini vidanın bu bölgeye uygulanmasından kaynaklanmaktadır.

M1k ve S1k gruplarının rezorpsiyon krater hacmi ve sayısı açısından karşılaştırma sonuçları değerlendirildiğinde, iki uygulama arasında fark yoktur. M2k ve S2k gruplarının rezorpsiyon krater hacmi açısından karşılaştırma sonuçları değerlendirildiğinde, servikal mesiolingual hacim S2k’da daha fazladır. Ancak bu sonuç toplam hacim değerine yansımamıştır. M2k ve S2k gruplarının rezorpsiyon krater sayısı açısından karşılaştırma sonuçları değerlendirildiğinde iki uygulama arasında fark yoktur. Bu sonuçlar kontrol gruplarının standart olduğunu göstermektedir.

M3k ve S3k gruplarının rezorpsiyon krater hacmi açısından karşılaştırma sonuçları değerlendirildiğinde; orta mesiobukkal, orta distobukkal bölgedeki ve toplam hacim değerlerinin M3k grubunda daha fazla olduğu görülmektedir. M3k ve S3k gruplarının rezorpsiyon krater sayısı açısından karşılaştırma sonuçları değerlendirildiğinde orta mesiobukkal ve orta distobukkal bölgedeki sayı değerlerinin M3k grubunda daha fazla olduğu görülmektedir. Normal şartlarda kontrol gruplarına aynı uygulamalar yapıldığından herhangi bir farklılık beklenmemektedir. Bu durumun sebebinin bireysel farklılıklar ve örneklem sayısının küçük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

M1d ve S1d distal toplam hacim ve toplam hacim açısından değerlendirilmesinde; M1d'de anlamlı olarak daha fazla rezorpsiyon krater hacminin olması, tamir prosesinin rezorpsiyon prosesinin önüne geçmesi açısından kuvvet eliminasyonunun etken eliminasyonundan daha etkili olduğu sonucuna varılabilir.

M2d ve S2d distal toplam sayı açısından değerlendirilmesinde; M2d'de anlamlı olarak daha fazla rezorpsiyon krater sayısı olmasının, distal bölgede kök yüzeyiyle mini vida temasının gerçekleşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

M3d ve S3d distal toplam hacim, toplam hacim ve toplam sayı açısından karşılaştırıldığında; M3d grubunda daha büyük değerler izlenmiştir. Bu nedenle kuvvet uygulaması sırasında hasarlı kök yüzeylerindeki tamir sürecinin M3d grubunda daha yavaş gerçekleştiği söylenebilir.

Bölgelerin hacim yönünden karşılaştırmasında; apikal distobukkal bölgedeki hacmin en fazla olması apikal bölgedeki resorpsiyon sürecinin daha önce belirttiğimiz üzere diğer bölgelerden daha yoğun olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca mini vidanın temas ettiği bölgenin yine kökün orta üçlüsündeki distal bölge olması ve kökün tipping hareketi nedeniyle rotasyona uğraması, orta distobukkal ve orta distolingual bölgelerinde diğer bölgelere kıyasla daha çok rezorpsiyon krater hacminin ölçülmesinin sebebi olduğu düşünülmektedir.

Kök yüzeyi vertikal olarak üç bölgede incelendiğinde orta ve apikal üçlünün servikal üçlüye göre daha fazla rezorpsiyon krater hacmi göstermesi, orta bölgede kök yüzeyiyle vida temasının gerçekleşmesi ve apikal bölgenin rezorpsiyona daha yatkın olmasıyla açıklanabilir.

Klinik uygulamalar sırasında mini vida, köklerin orta üçlüsüne yakın bölgeye doğru yerleştirildiğinden, çalışmamızda da bu bölge hedef alınarak uygulama yapılmıştır. Rezorpsiyon kraterlerinin görsel değerlendirmesinde, kraterlerin özellikle orta distal bölgede yoğunlaşmış olduğu dikkat çekmektedir. Birinci premolar dişin distal orta bölgesinde mini vida temasının gerçekleşmiş olması nedeniyle bu bölgeye denk gelen kök yüzeyinde rezorpsiyon kraterlerinin sayısı ve hacminin diğer yüzeylere göre daha fazla olmasıyla açıklanabilir. Kökün orta üçlüsünde, genelde dağınık küçük çaplı ve geniş yüzeyli olmak üzere 2 tip rezorpsiyon krateri bulunmaktadır. Kökün apikal üçlüsünde, derin ve yoğun şekilde küçük kraterler bazı köklerde ise küntleşmeler saptanmıştır. Gonzales ve ark. (189), ratlarda yaptıkları çalışmada açık bir biçimde izlenen 3 tip krater tanımlamışlardır: İzole lakünler, geniş ve sığ rezorpsiyon pitleri ve derin rezorpsiyon kraterleri. Küçük izole lakünlerin, genelde mesial köklerde dağınık olarak izlendiğini, geniş ve sığ ve derin rezorpsiyon kraterleri distal kökün servikal ve orta kısmında yer aldığını belirtmişlerdir. Mesial ve distal köklerdeki bu farklılığın sebebinin kuvvetin yönü kriterine bağlı olduğu düşünülebilir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Mini vida ve kök hasarı sonrası 4, 8 ve 12 haftalık retansiyon dönemleri için kök yüzeyindeki rezorpsiyon krater hacmi ve sayısını değerlendirdiğimiz çalışmamızda;

- Rezorpsiyon sürecinin aktif şekilde devam ettiğini, 4 haftalık retansiyon döneminde kontrol grubuna göre deney grubunda daha fazla rezorpsiyon krater hacminin olduğu göstermektedir.
- Etkenin elimine edildiği gruplarda, 4 haftalık retansiyon dönemi sonuçları 8 ve 12 haftadaki değerlerden daha fazladır. Bu nedenle tamir sürecinin rezorpsiyon sürecinin önüne geçmesi 4. haftadan sonra olmaktadır.
- Rezorpsiyon kraterlerinin tamamen iyileşmesi için 12 haftalık retansiyon dönemi yeterli değildir.
- Kuvvetin elimine edildiği gruplarda tamir süreci, 8 haftadan sonra artmıştır.
- Etken ve kuvvet eliminasyonu karşılaştırıldığında, kuvvet eliminasyonu tamir mekanizmasının gerçekleşebilmesi için daha uygun bir yaklaşımdır.

Mini vida ve kuvvet uygulaması sonucu diş kökü ile mini vida teması tespit edildiğinde, etkenin elimine edilmesinin yanında hasar gören dişin okluzyondan uzaklaştırılması ve en az 3 ay kuvvet uygulanmadan tamir sürecinin tamamlanmasına izin verilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Cope JB, editor. Temporary anchorage devices in orthodontics: a paradigm shift. *Semin Orthod*. 2005. Elsevier.
2. Ahmed VK, Rooban T, Krishnaswamy NR, Mani K, Kalladka G. Root damage and repair in patients with temporary skeletal anchorage devices. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012, 141(5):547-55.
3. Liou EJ, Pai BC, Lin JC. Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces? *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004, 126(1):42-7.
4. Kadioglu O, Buyukyilmaz T, Zachrisson BU, Maino BG. Contact damage to root surfaces of premolars touching miniscrews during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008, 134(3):353-60.
5. Chen SSH, Chang HH, Chen YH, Wang YP, Chen YJ, Chen YJ, et al. Tissue reaction surrounding miniscrews for orthodontic anchorage: An animal experiment. *J Dent Sci*. 2012, 7(1):57-64.
6. Fabbroni G, Aabed S, Mizen K, Starr DG. Transalveolar screws and the incidence of dental damage: a prospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2004, 33(5):442-6.
7. Baik U KY, Tanaka OM, Kim KB. Root contact with miniscrews during mesiodistal movement of the molar. *J World Fed Orthod*. 2014, 3(2):95-100.
8. Dao V, Renjen R, Prasad HS, Rohrer MD, Maganzini AL, Kraut RA. Cementum, pulp, periodontal ligament, and bone response after direct injury with orthodontic anchorage screws: a histomorphologic study in an animal model. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009, 67(11):2440-5.
9. Elhila H, Zolfaghari A, Cazaux J, Audran JC, Mouze D. X-ray microscopy and microtomography: Application in biology. *J Phys IV*. 1996, 6(C4):739-45.
10. Arslan Malkoç M. Yapıştırıcı Simanlarda Polimerizasyon Sonrası Oluşan Hava Kabarcıkları, Çözünürlük, Su Emilimi Ve Sıkışma Direncinin İncelenmesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı . Doktora Tezi, Konya: Selçuk Üniversitesi, 2010.
11. Buschang PH, Carrillo R, Ozenbaugh B, Rossouw PE. 2008 survey of AAO members on miniscrew usage. *J Clin Orthod*. 2008, 42(9):513-8.
12. Hyde JD, King GJ, Greenlee GM, Spiekerman C, Huang GJ. Survey of orthodontists' attitudes and experiences regarding miniscrew implants. *J Clin Orthod*. 2010, 44(8):481-6.
13. Meeran NA, Venkatesh KG, Jaseema Parveen MF. Current trends in miniscrew utilization among Indian orthodontists. *J Orthod Sci*. 2012,1(2):46-50.
14. Tekelioğlu M. *Genel Tıp Histolojisi*. Ankara, Güneş Kitabevi, 1993:138-47.
15. Nanci A, Bosshardt DD. Structure of periodontal tissues in health and disease. *Periodontol 2000*. 2006, 40:11-28.
16. G D. The discovery of cementum. *J Dent Res*. 1939, 18:239-42.
17. Diekwisch TG. The developmental biology of cementum. *Int J Dev Biol*. 2001, 45(5-6):695-706.

18. Saygin NE, Giannobile WV, Somerman MJ. Molecular and cell biology of cementum. *Periodontol 2000*. 2000, 24:73-98.
19. Berkovotz B HG, Moxham B. *A colour atlas and textbook of oral anatomy, histology and embryology*. Wolfe Publishing, 1992.
20. Reitan K. Initial tissue behavior during apical root resorption. *Angle Orthod*. 1974, 44(1):68-82.
21. Harry M, Sims M. Root resorption in bicuspid intrusion: a scanning electron microscope study. *Angle Orthod*. 1982, 52(3):235-58.
22. Chan E, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 5. Volumetric analysis of root resorption craters after application of light and heavy orthodontic forces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005, 127(2):186-95.
23. Rygh P. Orthodontic root resorption studied by electron microscopy. *Angle Orthod*. 1977, 47(1):1-16.
24. Stenvik A, Mjo I. Pulp and dentine reactions to experimental tooth intrusion: a histologic study of the initial changes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1970, 57(4):370-85.
25. Krishnan V, Davidovitch Ze. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006, 129(4):469.
26. Oppenheim A. Tissue changes, particularly of the bone, incident to tooth movement. *Eur J Orthod*. 2007, 29:2-15.
27. Schwarz AM. Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. *Int J Orthodon, Oral Surg and Radiogr*. 1932, 18(4):331-52.
28. Reitan K. Tissue behavior during orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1960, 46(12):881-900.
29. Proffit W FH. *Contemporary orthodontics*, 5th ed., St Louis: Mosby, 2000.
30. Linge L, Linge BO. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1991, 99(1):35-43.
31. Dermaut L, De Munck A. Apical root resorption of upper incisors caused by intrusive tooth movement: a radiographic study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1986, 90(4):321-6.
32. Thilander B, Rygh P, Reitan K. Tissue reactions in orthodontics. In: Graber, T *Orthodontics: current principles and techniques*. St. Louis, Mo.: Mosby, 2005: 145-219.
33. Lilja E, Lindskog St, Hammarström L. Histochemistry of enzymes associated with tissue degradation incident to orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1983, 83(1):62-75.
34. Bartley N, Türk T, Colak C, Elekdağ-Türk S, Jones A, Petocz P, et al. Physical properties of root cementum: Part 17. Root resorption after the application of 2.5 and 15 of buccal root torque for 4 weeks: A microcomputed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011, 139(4):353-60.
35. Brudvik P, Rygh P. Multi-nucleated cells remove the main hyalinized tissue and start resorption of adjacent root surfaces. *Eur J Orthod*. 1994, 16(4):265-73.

36. Ottolengui R. The physiological and pathological resorption of tooth roots. *Dent Items Interest*. 1914, 36:322-62.
37. Ketcham AH. A preliminary report of an investigation of apical root resorption of permanent teeth. *International Journal of Orthodontia, Oral Surgery and Radiography* 1927, 13(2):97-127.
38. Tronstad L. Root resorption—etiology, terminology and clinical manifestations. *Dent Traumatol*. 1988, 4(6):241-52.
39. Segal G, Schiffman P, Tuncay O. Meta analysis of the treatment-related factors of external apical root resorption. *Orthod Craniofac Res*. 2004, 7(2):71-8.
40. McComb J. Orthodontic treatment and isolated gingival recession: a review. *Br J Orthod*. 1994, 21(2):151-9.
41. Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part I: the basic science aspects. *Angle Orthod*. 2002, 72(2):175-9.
42. Barbagallo LJ, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 10. Comparison of the effects of invisible removable thermoplastic appliances with light and heavy orthodontic forces on premolar cementum. A microcomputed-tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008, 133(2):218-27.
43. Bautmans I, Van Hees E, Lemper J-C, Mets T. The feasibility of whole body vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial. *BMC Geriatr*. 2005, 5(1):1.
44. Gilsanz V, Wren TA, Sanchez M, Dorey F, Judex S, Rubin C. Low-level, high-frequency mechanical signals enhance musculoskeletal development of young women with low BMD. *J Bone Miner Res*. 2006, 21(9):1464-74.
45. Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part II: the clinical aspects. *Angle Orthod*. 2002, 72(2):180-4.
46. Brudvik P, Rygh P. Non-clast cells start orthodontic root resorption in the periphery of hyalinized zones. *Eur J Orthod*. 1993, 15(6):467-80.
47. Brudvik P, Rygh P. Root resorption beneath the main hyalinized zone. *Eur J Orthod*. 1994, 16(4):249-63.
48. Barber AF, Sims M. Rapid maxillary expansion and external root resorption in man: a scanning electron microscope study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1981, 79(6):630-52.
49. Langford S, Sims M. Root surface resorption, repair, and periodontal attachment following rapid maxillary expansion in man. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1982, 81(2):108-15.
50. Timms D, Moss J. An histological investigation into the effects of rapid maxillary expansion on the teeth and their supporting tissues. *Trans Eur Orthod Soc*. 1970, 263-71.
51. Brudvik P, Rygh P. The initial phase of orthodontic root resorption incident to local compression of the periodontal ligament. *Eur J Orthod*. 1993, 15(4):249-63.
52. Tronstad L. Root resorption—a multidisciplinary problem in dentistry. Biological mechanisms of tooth eruption and root resorption. In: Davidovitch Z (eds), *Proceedings*

of the International conference on the biological mechanisms of tooth eruption and root resorption. 1988, 293-302.

53. Kvam E. Scanning electron microscopy of tissue changes on the pressure surface of human premolars following tooth movement. *Eur J Oral Sci.* 1972, 80(5):357-68.

54. Brudvik P, Rygh P. The repair of orthodontic root resorption: an ultrastructural study. *Eur J Orthod.* 1995, 17(3):189-98.

55. Brudvik P, Rygh P. Transition and determinants of orthodontic root resorption—repair sequence. *Eur J Orthod.* 1995, 17(3):177-88.

56. Lacey D, Timms E, Tan H-L, Kelley M, Dunstan C, Burgess T, et al. Osteoprotegerin ligand is a cytokine that regulates osteoclast differentiation and activation. *Cell* 1998, 93(2):165-76.

57. Low E, Zoellner H, Kharbanda OP, Darendeliler MA. Expression of mRNA for osteoprotegerin and receptor activator of nuclear factor kappa β ligand (RANKL) during root resorption induced by the application of heavy orthodontic forces on rat molars *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005, 128(4):497-503.

58. Tyrovola JB, Spyropoulos MN, Makou M, Perrea D. Root resorption and the OPG/RANKL/RANK system: a mini review. *J Oral Sci.* 2008, 50(4):367-76.

59. Nishijima Y, Yamaguchi M, Kojima T, Aihara N, Nakajima R, Kasai K. Levels of RANKL and OPG in gingival crevicular fluid during orthodontic tooth movement and effect of compression force on releases from periodontal ligament cells in vitro. *Orthod Craniofac Res.* 2006, 9(2):63-70.

60. Owman-Moll P, Kurol J. Root Resorption pattern during orthodontic tooth movement in adolescents. In: Davidovitch Z, Mah J, eds. *Biological Mechanisms of Tooth Eruption, Resorption and Replacement by Implants.* Boston, Mass: Harvard Society for the Advancement of Orthodontics, 1998: 415–24.

61. Bosshardt D, Schroeder H. How repair cementum becomes attached to the resorbed roots of human permanent teeth. *Cells Tissues Organs.* 1994, 150(4):253-66.

62. BarKana I, Narayanan A, Grosskop A, Savion N, Pitaru S. Cementum attachment protein enriches putative cementoblastic populations on root surfaces in vitro. *J Dent Res.* 2000, 79(7):1482-8.

63. Metzger Z, Weinstock B, Dotan M, Narayanan A, Pitaru S. Differential chemotactic effect of cementum attachment protein on periodontal cells. *J Periodont Res.* 1998, 33(2):126-9.

64. Ghafari JG. Guest Editorial Emerging paradigms in orthodontics—An essay. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997,111(5):573-80.

65. Malek S, Darendeliler MA, Rex T, Kharbanda OP, Srivicharnkul P, Swain MV, et al. Physical properties of root cementum: part 2. Effect of different storage methods. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003, 124(5):561-70.

66. Vardimon A, Graber T, Pitaru S. Repair process of external root resorption subsequent to palatal expansion treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993,103(2):120-30.

67. Owman-Moll P, Kurol J. The early reparative process of orthodontically induced root resorption in adolescents-location and type of tissue. *Eur J Orthod.* 1998, 20(6):727-32.

68. Sismanidou C, Lindskog S. Spatial and temporal repair patterns of orthodontically induced surface resorption patches. *Eur J Oral Sci.* 1995, 103(5):292-8.
69. Faltin R, Faltin K, Sander F, Arana-Chavez V. Ultrastructure of cementum and periodontal ligament after continuous intrusion in humans: a transmission electron microscopy study. *Eur J Orthod.* 2001, 23(1):35-49.
70. Wu AT, Turk T, Colak C, Elekdağ-Türk S, Jones AS, Petocz P, et al. Physical properties of root cementum: Part 18. The extent of root resorption after the application of light and heavy controlled rotational orthodontic forces for 4 weeks: a microcomputed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011, 139(5):e495-e503.
71. Paetyangkul A, Türk T, Elekdağ-Türk S, Jones AS, Petocz P, Cheng LL, et al. Physical properties of root cementum: Part 16. Comparisons of root resorption and resorption craters after the application of light and heavy continuous and controlled orthodontic forces for 4, 8, and 12 weeks. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011, 139(3):e279-e84.
72. Paetyangkul A, Türk T, Elekdağ-Türk S, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 14. The amount of root resorption after force application for 12 weeks on maxillary and mandibular premolars: a microcomputed-tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009, 136(4):492.1-9.
73. Chan EK, Darendeliler MA, Petocz P, Jones AS. A new method for volumetric measurement of orthodontically induced root resorption craters. *Eur J Oral Sci.* 2004, 112(2):134-9.
74. Foo M, Jones A, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 9. Effect of systemic fluoride intake on root resorption in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007, 131(1):34-43.
75. Harris DA, Jones AS, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 8. Volumetric analysis of root resorption craters after application of controlled intrusive light and heavy orthodontic forces: a microcomputed tomography scan study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006, 130(5):639-47.
76. Chan E, Darendeliler M. Exploring the third dimension in root resorption. *Orthod Craniofac Res.* 2004, 7(2):64-70.
77. Larheim T, Eggen S. Determination of tooth length with a standardized paralleling technique and calibrated radiographic measuring film. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1979, 48(4):374-8.
78. Leach H, Ireland A, Whaites E. Radiology: Radiographic diagnosis of root resorption in relation to orthodontics. *Br Dent J.* 2001, 190(1):16-22.
79. Remington DN, Joondeph DR, Artun J, Riedel RA, Chapko MK. Long-term evaluation of root resorption occurring during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989, 96(1):43-6.
80. Sameshima GT, Asgarifar KO. Assessment of root resorption and root shape: periapical vs panoramic films. *Angle Orthod.* 2001, 71(3):185-9.
81. Dudic A, Giannopoulou C, Martinez M, Montet X, Kiliaridis S. Diagnostic accuracy of digitized periapical radiographs validated against micro-computed tomography scanning in evaluating orthodontically induced apical root resorption. *Eur J Oral Sci.* 2008, 116(5):467-72.

82. Owman-Moll P, Kurol J, Lundgren D. Continuous versus interrupted continuous orthodontic force related to early tooth movement and root resorption. *Angle Orthod.* 1995, 65(6):395-401.
83. Kvam E. Scanning electron microscopy of human premolars following experimental tooth movement. *Trans Eur Orthod Soc.* 1972, 381.
84. Acar A, Canyürek Ü, Kocaaga M, Erverdi N. Continuous vs. discontinuous force application and root resorption. *Angle Orthod.* 1999, 69(2):159-63.
85. Elliott J, Davis G, Anderson P, Wong F, Dowker S, Mercer C, editors. Application of laboratory microtomography to the study of mineralised tissues. *Anales de química*; 1997: Springer.
86. Davis GR, Wong FS. X-ray microtomography of bones and teeth. *Physiol Meas.* 1996, 17(3):121.
87. Küçük EB. Farklı Yöntemlerle Tedavi Edilen Başlangıç Çürük Lezyonlarındaki İyileşmenin Mikro-Bt Analizi ile Değerlendirilmesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ortodonti Anabilim Dalı. Doktora tezi, Malatya: İnönü Üniversitesi, 2014.
88. Elliott J, Dover S. X-ray microtomography. *J Microsc.* 1982, 126(2):211-3.
89. Olejniczak AJ, Tafforeau P, Feeney RN, Martin LB. Three-dimensional primate molar enamel thickness. *J Hum Evol.* 2008, 54(2):187-95.
90. Efeoglu N, Wood D, Efeoglu C. Microcomputerised tomography evaluation of 10 % carbamide peroxide applied to enamel. *J Dent.* 2005, 33(7):561-7.
91. Efeoglu N, Wood DJ, Efeoglu C. Thirty-five percent carbamide peroxide application causes in vitro demineralization of enamel. *Dent Mater.* 2007, 23(7):900-4.
92. Peters O, Laib A, Rügsegger P, Barbakow F. Three-dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography. *J Dent Res.* 2000, 79(6):1405-9.
93. Magne P. Efficient 3D finite element analysis of dental restorative procedures using micro-CT data. *Dent Mater.* 2007, 23(5):539-48.
94. Proffit W FH. Contemporary orthodontics. Mechanical principles in orthodontic force control. Proffit W FH, editor. Saint Louis: Mosby; 1993. 289-315.
95. Creekmore TD, Eklund MK. The possibility of skeletal anchorage. *J Clin Orthod.* 1983, 17(4):266.
96. Kanomi R. Mini-implant for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod.* 1997, 31(11):763.
97. Labanauskaite B, Jankauskas G, Vasiliauskas A, Haffar N. Implants for orthodontic anchorage. Meta-analysis. *Stomatologija* 2005, 7(4):128-32.
98. Uysal T. İmplantlar ve Ortodonti. *Cumhuriyet Üniv Diş Hek Fak Derg.* 2005, 8(2):146-7.
99. Celenza F, Hochman MN. Absolute anchorage in orthodontics: direct and indirect implant-assisted modalities. *J Clin Orthod.* 2000, 34(7):397-402.
100. Güvenç TN, Kocadereli İ. Ankraj sistemlerine genel bakış: Ortodontide mikroimplant ankraj sistemleri. *Cumhuriyet Üniv Diş Hek Fak Derg.* 2006, 9:68-75.

101. Önçağ G. Ortodontide Mini Vida Uygulamalarında Temel Kavramlar. *Ege Üniv Diş Hek Fak Derg.* 2010, 31:6-68.
102. Lee JS, Kim JK, Park YC, Vanarsdall RL. Applications of orthodontic mini implants: Quintessence Publishing Company, 2007.
103. Carano A, Velo S, Leone P, Siciliani G. Clinical applications of the miniscrew anchorage system. *J Clin Orthod.* 2005, 39(1):9-24.
104. Park H-S, Kwon T-G. Sliding mechanics with microcrew implant anchorage. *Angle Orthod.* 2004, 74(5):703-10.
105. Park HS. The skeletal cortical anchorage using titanium microcrew implants. *Korean J Orthod.* 1999, 29(6):699-706.
106. Park H. The use of micro-implant as orthodontic anchorage. Seoul, Korea: Nare. 2001.
107. Yamaguchi K, Nanda RS. The effects of extraction and nonextraction treatment on the mandibular position. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991, 100(5):443-52.
108. Wehrbein H, Feifel H, Diedrich P. Palatal implant anchorage reinforcement of posterior teeth: a prospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999, 116(6):678-86.
109. Roberts WE, Nelson CL, Goodacre CJ. Rigid implant anchorage to close a mandibular first molar extraction site. *J Clin Orthod.* 1994, 28(12):693-704.
110. Schnelle MA, Beck FM, Jaynes RM, Huja SS. A radiographic evaluation of the availability of bone for placement of miniscrews. *Angle Orthod.* 2004, 74(6):832-7.
111. Papadopoulos MA, Tarawneh F. The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: a comprehensive review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007, 103(5):6-15.
112. Cheng SJ, Tseng IY, Lee JJ, Kok SH. A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004, 19(1).
113. Kuroda S, Yamada K, Deguchi T, Hashimoto T, Kyung H-M, Yamamoto TT. Root proximity is a major factor for screw failure in orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007, 131(4):S68-S73.
114. Lee SJ, Ahn SJ, Lee JW, Kim SH, Kim TW. Survival analysis of orthodontic mini-implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010, 137(2):194-9.
115. Moon CH, Lee DG, Lee HS, Im JS, Baek SH. Factors associated with the success rate of orthodontic miniscrews placed in the upper and lower posterior buccal region. *Angle Orthod.* 2008, 78(1):101-6.
116. da Costa Sabec R, Fernandes TMF, de Lima Navarro R, Oltramari-Navarro PVP, Conti ACdCF, de Almeida MR, et al. Can Bone Thickness and Inter-Radicular Space Affect Miniscrew Placement in Posterior Mandibular Sites? *J Oral Maxillofac Surg.* 2015, 73(2):333-9.
117. Park H-S, Jeong S-H, Kwon O-W. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006, 130(1):18-25.

118. Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003, 124(4):373-8.
119. Melsen B, Verna C, editors. Miniscrew implants: the Aarhus anchorage system. *Semin Orthod.* 2005: Elsevier.
120. Kravitz ND, Kusnoto B. Risks and complications of orthodontic miniscrews. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007, 131(4):S43-S51.
121. Suzuki EY, Buranastidporn B. An adjustable surgical guide for miniscrew placement. *J Clin Orthod.* 2005, 39(10):588-90.
122. Kyung HM, Park HS, Bae SM, Sung JH, Kim IB. Development of orthodontic micro-implants for intraoral anchorage. *J Clin Orthod.* 2003, 37(6):321-8.
123. Ozen T, Orhan K, Gorur I, Ozturk A. Efficacy of low level laser therapy on neurosensory recovery after injury to the inferior alveolar nerve. *Head Face Med.* 2006, 2(3):1-9.
124. Chrcanovic BR, Custódio AL. Anatomical variation in the position of the greater palatine foramen. *J Oral Sci.* 2010, 52(1):109-13.
125. Denio D, Torabinejad M, Bakland LK. Anatomical relationship of the mandibular canal to its surrounding structures in mature mandibles. *J Endod.* 1992, 18(4):161-5.
126. Torgay A, Aydin E, Cilasun U, Durmaz L, Arslan G. Subcutaneous emphysema after dental treatment: a case report. *Pediatr Anesth.* 2006, 16(3):314-7.
127. Hülsmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation—literature review and case reports. *Int Endod J.* 2000, 33(3):186-93.
128. Ardekian L, Oved-Peleg E, Mactei EE, Peled M. The clinical significance of sinus membrane perforation during augmentation of the maxillary sinus. *J Oral Maxillofac Surg.* 2006, 64(2):277-82.
129. Melsen B. Mini-implants: where are we? *J Clin Orthod.* 2005, 39(9):539.
130. Büchter A, Wiechmann D, Koerdt S, Wiesmann HP, Piffko J, Meyer U. Load-related implant reaction of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Clin Oral Implants Res.* 2005, 16(4):473-9.
131. Orenstein IH, Tarnow DP, Morris HF, Ochi S. Factors affecting implant mobility at placement and integration of mobile implants at uncovering. *J Periodontol.* 1998, 69(12):1404-12.
132. Büchter A, Kleinheinz J, Wiesmann HP, Kersken J, Nienkemper M, Weyhrother Hv, et al. Biological and biomechanical evaluation of bone remodelling and implant stability after using an osteotome technique. *Clin Oral Implants Res.* 2005, 16(1):1-8.
133. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark P-I. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1981, 10(6):387-416.
134. Heidemann W, Terheyden H, Gerlach KL. In vivo studies of screw-bone contact of drill-free screws and conventional self-tapping screws. *Mund Kiefer Gesichtschir.* 2001, 5(1):17-21.

135. Heidemann W, Terheyden H, Gerlach KL. Analysis of the osseous/metal interface of drill free screws and self-tapping screws. *J Craniomaxillofac Surg.* 2001, 29(2):69-74.
136. Dalstra M, Cattaneo P, Melsen B. Load transfer of miniscrews for orthodontic anchorage. *Orthodontics.* 2004, 1:53-62.
137. Roberts WE, Marshall KJ, Mozsary PG. Rigid endosseous implant utilized as anchorage to protract molars and close an atrophic extraction site. *Angle Orthod.* 1990, 60(2):135-52.
138. Herman R, Cope JB, editors. Miniscrew implants: IMTEC mini ortho implants. *Semin Orthod.* 2005: Elsevier.
139. Othman S, Haugen E, Gjermo P. The effect of chlorhexidine supplementation in a periodontal dressing. *Acta Odontol Scand.* 1989, 47(6):361-6.
140. Murray B, McGuinness N, Biagioni P, Hyland P, Lamey PJ. A comparative study of the efficacy of AphthealTM in the management of recurrent minor aphthous ulceration. *J Oral Pathol Med.* 2005, 34(7):413-9.
141. Giancotti A, Arcuri C, Barlattani A. Treatment of ectopic mandibular second molar with titanium miniscrews. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004, 126(1):113-7.
142. Chen YH, Chang HH, Chen YJ, Lee D, Chiang HH, Jane Yao CC. Root contact during insertion of miniscrews for orthodontic anchorage increases the failure rate: an animal study. *Clin Oral Implants Res.* 2008, 19(1):99-106.
143. Motoyoshi M, Ueno S, Okazaki K, Shimizu N. Bone stress for a mini-implant close to the roots of adjacent teeth-3D finite element analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009, 38(4):363-8.
144. Kang YG, Kim JY, Lee YJ, Chung KR, Park YG. Stability of mini-screws invading the dental roots and their impact on the paradental tissues in beagles. *Angle Orthod.* 2009, 79(2):248-55.
145. Wilmes B, Su Y-Y, Drescher D. Insertion angle impact on primary stability of orthodontic mini-implants. *Angle Orthod.* 2008, 78(6):1065-70.
146. Deguchi T, Nasu M, Murakami K, Yabuuchi T, Kamioka H, Takano-Yamamoto T. Quantitative evaluation of cortical bone thickness with computed tomographic scanning for orthodontic implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006, 129(6):721. e7-. e12.
147. Zhu S, Zhou Y, Fu M. Stability of upper molars with the application of implant anchorage. *Chinese J Stomatol.* 2006, 41(1):4-7.
148. Liu H, Lv T, Wang N-n, Zhao F, Wang K-t, Liu D-x. Drift characteristics of miniscrews and molars for anchorage under orthodontic force: 3-dimensional computed tomography registration evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011, 139(1):83-9.
149. Poggio PM, Incorvati C, Velo S, Carano A. "Safe zones": a guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch. *Angle Orthod.* 2006, 76(2):191-7.
150. Kuroda S, Tanaka E. Risks and complications of miniscrew anchorage in clinical orthodontics. *Jpn Dent Sci Rev.* 2014, 50(4):79-85.
151. Baik U, Kook Y-A, Tanaka OM, Kim KB. Root contact with miniscrews during mesiodistal movement of the molar. *J World Fed Orthod.* 2014, 3(2):95-100.

152. Tasharoie M, Moslemi N, Shokouhinejad N, Shirani G. Implant-Root Proximity and Pulp Vitality of the Tooth. *Thrita* 2015, 4(4).
153. Asscherickx K, Vannet BV, Wehrbein H, Sabzevar MM. Root repair after injury from mini-screw. *Clin Oral Implants Res.* 2005, 16(5):575-8.
154. Shigeeda T. Root proximity and stability of orthodontic anchor screws. *J Oral Sci.* 2014, 56(1):59-65.
155. Hembree M, Buschang PH, Carrillo R, Spears R, Rossouw PE. Effects of intentional damage of the roots and surrounding structures with miniscrew implants *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009, 135(3):280. 1-9.
156. Renjen R, Maganzini AL, Rohrer MD, Prasad HS, Kraut RA. Root and pulp response after intentional injury from miniscrew placement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009, 136(5):708-14.
157. Brisceno CE, Rossouw PE, Carrillo R, Spears R, Buschang PH. Healing of the roots and surrounding structures after intentional damage with miniscrew implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009, 135(3):292-301.
158. Chen SSH, Chang HH, Chen YH, Wang YP, Chen YJ, Chen YJ, et al. Tissue reaction surrounding miniscrews for orthodontic anchorage: an animal experiment. *J Dent Sci* 2012, 7(1):57-64.
159. Kim H, Kim TW. Histologic evaluation of root-surface healing after root contact or approximation during placement of mini-implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011, 139(6):752-60.
160. Maino BG, Weiland F, Attanasi A, Zachrisson BU, Buyukyilmaz T. Root damage and repair after contact with miniscrews. *J Clin Orthod.* 2007, 41(12):762.
161. Cheng LL, Türk T, Elekdag-Türk S, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 13. Repair of root resorption 4 and 8 weeks after the application of continuous light and heavy forces for 4 weeks: a microcomputed-tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009, 136(3):320. 1-10.
162. Malek S, Darendeliler MA, Swain MV. Physical properties of root cementum: part I. A new method for 3-dimensional evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001, 120(2):198-208.
163. Alves M, Baratieri C, Mattos CT, de Souza Araújo MT, Maia LC. Root repair after contact with mini-implants: systematic review of the literature. *Eur J Orthod.* 2012, 25.
164. Hendrix I, Carels C, Kuijpers-Jagtman AM, Hof MVT. A radiographic study of posterior apical root resorption in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994, 105(4):345-9.
165. King AD, Turk T, Colak C, Elekdag-Turk S, Jones AS, Petocz P, et al. Physical properties of root cementum: Part 21. Extent of root resorption after the application of 2.5 and 15 tips for 4 weeks: A microcomputed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011, 140(6):299-305.
166. Rygh P, Reitan K. Ultrastructural changes in the periodontal ligament incident to orthodontic tooth movement. *Trans Eur Orthod Soc.* 1972, 393.
167. Otis LL, Hong JS-H, Tuncay OC. Bone structure effect on root resorption. *Orthod Craniofac Res.* 2004, 7(3):165-77.

168. Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: Part I. Diagnostic factors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001, 119(5):505-10.
169. Linge BO, Linge L. Apical root resorption in upper anterior teeth. *Eur J Orthod.* 1983, 5(3):173-83.
170. Kjær I. Morphological characteristics of dentitions developing excessive root resorption during orthodontic treatment. *Eur J Orthod.* 1995, 17(1):25-34.
171. Horiuchi A, Hotokezaka H, Kobayashi K. Correlation between cortical plate proximity and apical root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998, 114(3):311-8.
172. Krishnan V. Critical issues concerning root resorption: a contemporary review. *World J Orthod.* 2005, 6(1).
173. Harris EF, Kineret SE, Tolley EA. A heritable component for external apical root resorption in patients treated orthodontically. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997, 111(3):301-9.
174. Baumrind S, Korn EL, Boyd RL. Apical root resorption in orthodontically treated adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996, 110(3):311-20.
175. Scott P, DiBiase AT, Sherriff M, Cobourne MT. Alignment efficiency of Damon3 self-ligating and conventional orthodontic bracket systems: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008, 134(4):470. 1-8.
176. Pandis N, Nasika M, Polychronopoulou A, Eliades T. External apical root resorption in patients treated with conventional and self-ligating brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008, 134(5):646-51.
177. Srivicharnkul P, Kharbanda OP, Swain MV, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 3. Hardness and elastic modulus after application of light and heavy forces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005, 127(2):168-76.
178. Burstone CJ, Goldberg AJ. Beta titanium: a new orthodontic alloy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1980, 77(2):121-32.
179. Crismani AG, Bertl MH, Čelar AG, Bantleon H-P, Burstone CJ. Miniscrews in orthodontic treatment: review and analysis of published clinical trials. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010, 137(1):108-13.
180. Montenegro VCJ, Jones A, Petocz P, Gonzales C, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 22. Root resorption after the application of light and heavy extrusive orthodontic forces: A microcomputed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012, 141(1):1-9.
181. Guldberg RE, Lin AS, Coleman R, Robertson G, Duvall C. Microcomputed tomography imaging of skeletal development and growth. *Birth Defects Res. C Embryo Today.* 2004, 72(3):250-9.
182. Weiland F. Constant versus dissipating forces in orthodontics: the effect on initial tooth movement and root resorption. *Eur J Orthod.* 2003, 25(4):335-42.
183. Cheng L, ten Cate JM. Effect of *Galla chinensis* on the in vitro remineralization of advanced enamel lesions. *Int J Oral Sci.* 2010, 2(1):15.
184. Hohmann A, Wolfram U, Geiger M, Boryor A, Sander C, Faltin R, et al. Periodontal ligament hydrostatic pressure with areas of root resorption after application

of a continuous torque moment: a study using identical extracted maxillary human premolars. *Angle Orthod.* 2007, 77(4):653-9.

185. Henry JL, Weinmann JP. The pattern of resorption and repair of human cementum. *J Am Dent Assoc.* 1951, 42(3):270-90.

186. Owman-Moll P, Kurol J, Lundgren D. Repair of orthodontically induced root resorption in adolescents. *Angle Orthod.* 1995, 65(6):403-8.

187. Abass SK, Hartsfield JK, editors. Orthodontics and external apical root resorption. *Semin Orthod.* 2007: Elsevier.

188. Xu X, Zhou J, Yang F, Wei S, Dai H. Using Micro-Computed Tomography to Evaluate the Dynamics of Orthodontically Induced Root Resorption Repair in a Rat Model. *PLoS One.* 2016, 11(3):135.

189. Gonzales C, Hotokezaka H, Darendeliler MA, Yoshida N. Repair of root resorption 2 to 16 weeks after the application of continuous forces on maxillary first molars in rats: a 2-and 3-dimensional quantitative evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010, 137(4):477-85.

EKLER

Ek.1. Özgeçmiş

1987 Mersin doğumluyum. İlköğrenimimi Tarsus Çukurova İlköğretim Okulu, liseyi Tarsus Abdul Kerim Bengi Anadolu Lisesi'nde tamamladım. 2006 yılında Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde başladığım yükseköğrenimimi 2011 yılında tamamladım. Temmuz 2012'de İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda uzmanlık yapmaya hak kazandım. Halen bu kurumda tez çalışmalarına devam etmekte ve klinikte aktif olarak hasta bakmaktayım.

Yabancı dilim İngilizce'dir.



Ek.2. Etik kurul onayı

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU					
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Farklı sürelerde mini vida ile tipping uygulaması sonrası premolar kök yüzeyindeki değişikliklerin mikro CT ile incelenmesi			
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU		2014/22			
ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	MALATYA KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU			
	AÇIK ADRESİ:	İnönü Üniversitesi Merkez Kampüsü, 44280, Malatya, Türkiye			
	TELEFON	+90 422 341 06 60 / 1219			
	FAKS	+90 422 341 00 36			
	E-POSTA	inu.dhek@inonu.edu.tr			
BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Sıdık MALKOÇ			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti AD			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	MALATYA			
	DESTEKLEYİCİ				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	☐		
		FAZ 2	☐		
		FAZ 3	☐		
		FAZ 4	☐		
		Gözlemsel ilaç çalışması	☐		
İlaç dışı klinik araştırma		☐			
Diğer ise belirtiniz					
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☐	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☐	ULUSLARARASI ☐	
Etik Kurul Başkanının Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Rıfat KARLIDAĞ İmza:					
<i>Not: Etik kurul başkanının her sayfada imzasının olması gerekmektedir.</i>					

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı sürelerde mini vida ile tipping uygulaması sonrası premolar kök yüzeyindeki değişikliklerin mikro CT ile incelenmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	2014/22

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNDÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı			Açıklama
	SIGORTA	☐		
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☐		
	BİYolojik MATERYEL TRANSFER FORMU	☐		
	ILAN	☐		
	YILLIK BİLDİRİM	☐		
	SONUÇ RAPORU	☐		
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐		
	DİĞER:	☐		
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2014/22	Tarih: 16.04.2014		
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekeceği, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.			

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Rifat KARLIDAĞ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişkisi	Katılım *	İmza
Prof. Dr. Rifat KARLIDAĞ	Psikiyatri	İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Metin GENÇ	Halk Sağlığı	İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☐	E ☐ H ☐	
Prof. Dr. Saim YOLOĞLU	Biyostatistik	İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☒ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Türkan TOĞAL	Anesteziyoloji ve Rea.	İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☒ H ☒	E ☐ H ☐	
Doç. Dr. Ahmet KARADAĞ	Çocuk Sağlığı ve Hast.	İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☐	E ☐ H ☐	
Doç. Dr. Aladdin POLAT	Fizyoloji	İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☐	E ☐ H ☐	
Doç. Dr. H.Birgül CUMURCU	Psikiyatri	İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☐	E ☐ H ☐	
Doç. Dr. Yusuf YAKUPOĞULLARI	Tıbbi Mikrobiyoloji	İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☐	E ☐ H ☐	
Doç. Dr. Seda TAŞDEMİR	Tıbbi Farmakoloji	İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☐	E ☐ H ☐	

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Rifat KARLIDAĞ
İmza:

Not: Etik kurul başkanının her sayfada imzasının olması gerekmektedir.

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Farklı sürelerde mini vida ile tipping uygulaması sonrası premolar kök yüzeyindeki değişikliklerin mikro CT ile incelenmesi							
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU		2014/22							
Yrd. Doç. Dr. Mehmet KARATAŞ	Tıp Tarihi ve Etik	İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	Katılmış
Yrd. Doç. Dr. Neslihan ŞİMŞEK	Diş Hekimliği	İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	Katılmış
Uzm. Dr. Ömer Murat AYDIN	Nükleer Tıp Uzmanı	Malatya Devlet Hastanesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	Katılmış
Metin TAY	Eczacı	Serbest Eczacı	E ☒	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	Katılmış
Zafer ERGÜZEL	Hukuk	İnönü Üniversitesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☐	E ☐	H ☐	Katılmış
Hasan KONAN	Sivil Öye	Zaloglu Ltd. Şti.	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	Katılmış

*:Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Rifat KARLIDAĞ
İmza:

Not: Etik kurul başkanının her sayfada imzasının olması gerekmektedir.

Ek.3. Hasta onam formu

HASTA ONAM FORMU ÖRNEĞİ

Kliniğimizde, rutin tedavi planında çekim kararı verilmiş hastaların diş çekimleri sonrası, çekilmiş dişlerinin inceleneceği bir çalışma yapılacaktır. Çalışma bir uzmanlık tez araştırmasıdır. Araştırmanın amacı, mini vidanın diş hareketine ve kök rezorpsiyonuna etkisini değerlendirmektir. Araştırmada mini vidalar üst çeneye sağ ve sol tarafa olmak üzere her hastaya toplam 2 tane uygulanacaktır. Bu çalışma 16 hafta sürecektir. Araştırma sırasında, çekilmiş dişlerden elde edilen kök yüzeyleri izotonik solüsyonla yıkanacak ve Mikro BT cihazı ile taranacaktır. Araştırma için herhangi bir diş çekim endikasyonu konulmayacaktır. Yer darlığını çözmek amacıyla çekim endikasyonu konulmuş dişler çalışmada kullanılacaktır. Araştırmaya katılması beklenen tahmini gönüllü sayısı 50’dir. Gönüllülerden elde edilecek olan diş dokusu mini vidanın etkinliğini değerlendirmek için kullanılacaktır. Gönüllü, çekilmiş dişlerinin bu çalışmada kullanılması ile ilgili kararda tamamen özgürdür ve gönüllü istediği zaman, herhangi bir cezaya veya yaptırıma maruz kalmaksızın, hiçbir hakkını kaybetmeksizin araştırmaya katılmayı reddedebilir.

İlgili mevzuat gereğince gönüllünün kimliğini ortaya çıkaracak kayıtlar gizli tutulacak, kamuoyuna açıklanmayacak; araştırma sonuçlarının yayımlanması halinde dahi gönüllünün kimliği gizli kalacaktır. Uygulama sırasında karşılaşılabilecek rahatsızlıklar ve riskler minimaldir. Bu riskler tüm sabit ortodontik tedavi gören hastalarda izlenebilecek problemlerdir. Muhtemel zarar konusunda hastanın veya yakınının bilgi için iletişim kuracağı kişiler; Arş. Gör. Dt. Özge ÇELİK ve Prof.Dr. Siddık MALKOÇ’tur.

“Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğimi biliyorum.” “Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum.”

Gönüllünün;
Adı Soyadı:
Tarih:
İmzası:
Velinin;
Adı Soyadı:
Tarih:
İmzası:

Araştırmacının;
Adı Soyadı:
Tarih:
İmzası:

Ek.4. Proje Onayı



Sayı : B.14.2.TBT.0.06.03.02-161-180196

02/10/2014

Konu : 114S936 Numaralı Proje Öneriniz

Sayın Prof. Dr. SİDDİK MALKOÇ

"3001 Başlangıç Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı" kapsamında Kurumumuza sunulan 114S936 numaralı ve "Farklı Sürelerde Mini Vida İle Tipping Uygulaması Sonrası Premolar Kök Yüzeyindeki Değişikliklerin Mikro Ct İle İncelenmesi" başlıklı proje önerinizin değerlendirme süreci tamamlanmıştır.

Projeniz, konunun uzmanı danışmanlar tarafından "Özgün Değer", "Yöntem", "Proje Yönetimi, Ekip ve Araştırma Olanakları" ve "Yaygın Etki" boyutlarında incelenmiş ve yapılan değerlendirmeler sonucunda, proje önerinizin desteklenmesi uygun bulunmuştur.

Projenize ilişkin değerlendirme raporu ekte tarafınıza iletilmektedir. Çalışmalarınızda başarılar diler, saygılar sunarım.

A handwritten signature in black ink, likely belonging to Prof. Dr. Sevim AYDIN, is positioned above the printed name.

Prof. Dr. Sevim AYDIN
Sağlık Bilimleri Araştırma Destek
Grubu
Yürütme Komitesi Sekreteri V.

PANEL PUAN SEVİYESİ: A

A: Çok İyi B: İyi C: Orta D: İyi Değil E: Yetersiz

Panel toplam puanı A ve B seviyesinde olan projeler desteklenmiştir.