



**ORTODONTİK NON-OSSEOİNTEGRE MİNİ-İMLANTLARIN
STABİLİTESİNİN REZONANS FREKANS ANALİZİ VE TORKMETRE İLE
İN-VİVO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Berk KÖNİ

**DOKTORA TEZİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2015

Berk Köni tarafından hazırlanan "**Ortodontik Non-Osseointegre Mini-İmplantların Stabilesinin Rezonans Frekans Analizi Ve Torkmetre İle İn-Vivo Olarak Değerlendirilmesi**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Metin ORHAN

Ortodonti Anabilim Dalı Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum



Başkan : Prof. Dr. Neslihan ÜÇÜNCÜ

Ortodonti Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum



Üye : Prof. Dr. Hasan BİLGİLİ

Veteriner Cerrahi Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi

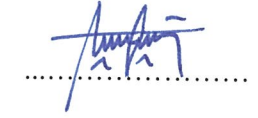
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum



Üye : Doç. Dr. Teyfik DEMİR

Biyomedikal Mühendisliği Anabilim Dalı, TOBB Üniversitesi

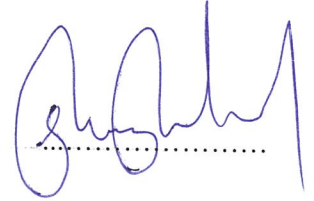
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum



Üye : Doç. Dr. Çağrı TÜRKÖZ

Ortodonti Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum



Tez Savunma Tarihi: 10/06/2015

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Doktora Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Doç. Dr. Ufuk KOCA ÇALIŞKAN

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dökümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Berk KÖNİ

10/06/2015

ORTODONTİK NON-OSSEOİNTEGRE MİNİ-İMLANTLARIN STABİLİTESİNİN
REZONANS FREKANS ANALİZİ VE TORKMETRE İLE
İN-VİVO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ
(Doktora Tezi)

Berk KÖNİ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2015

ÖZET

Bu çalışmanın amacı; tavşan tibia kemiğine çakılan 1.8 mm çaptaki ve 8 mm uzunluğundaki non-osseointegre ortodontik mini-implantların stabiliteğinde, zaman içinde yüklü ve yüksüz olarak meydana gelen değişikliklerin torkmetre ve rezonans frekans analizi(RFA) ile değerlendirilmesidir. Çalışmada 18 adet erişkin (12 aylık) erkek Yeni Zelanda tavşanı kullanılmıştır. Her tavşanın sol tibia kemiğine 4'er adet mini-implant, torkmetre ile çakma torkları ölçülerek uygulanmıştır. Bu mini-implantlardan 2'si yüklenmeden bırakılmış, diğer 2'si arasına 1N kuvvet uygulayacak şekilde nikel titanyum kapalı yaylar yerleştirilmiştir. Tavşan grupları 6'şarlı 3 grup olarak belirlenmiştir. 1. gruba 1. haftada, 2. gruba 3. haftada, 3. gruba 5. haftada cerrahi işlem uygulanarak mini-implantların üstü açılmış, Osstell cihazı ile rezonans frekansı ölçümü yapılmış ve torkmetre ile sökme torku kaydedilerek mini-implantlar sökülüştür. Elde edilen tüm veriler beraber değerlendirilmiştir. Araştırmamızın sonuçları, RFA sisteminin ortodontik non-osseointegre mini-implantlar ile beraber güvenle kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Bilim Kodu : 1045
Anahtar Kelimeler : Mini-implant, stabilite, tork, osstell, RFA
Sayfa Adedi : 117
Danışman : Prof. Dr. Metin ORHAN

IN-VIVO EVALUATION OF NON-OSSEOINTEGRATING ORTHODONTIC MINI-
IMPLANT STABILITY BY RESONANCE FREQUENCY ANALYSIS AND
TORQUEMETER
(Ph. D. Thesis)

Berk KÖNİ

GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES
June 2015

ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate the stability of loaded and non-loaded orthodontic non-osseointegrating mini- implants (ONMI) (diameters of 1.8 mm x 8 mm), which are applied on rabbit tibiae, by using resonance frequency analysis (RFA) and torquemeter. 18 adult (12 months old), male New Zealand rabbits are used in this study. 4 ONMIs are applied on the left tibia of every rabbit, by measuring the insertion torque by a torquemeter. 2 of this ONMI's are left unloaded and the other 2 are loaded with 1N force by sentalloy closed coils. Rabbits are divided into 3 groups: 1st group received surgery at the end of 1st week, 2nd group at the end of 3rd week and the 3rd group at the end of 5th week. By this operation, the ONMI's are exposed and RFA is applied by Osstell ISQ transducer. ONMI's were then removed by measuring the torque values by the torquemeter. RFA values and Torque values are evaluated together. We concluded that RFA system is an easy and safe technique to determine the ONMI stability non-invasively at any period.

Science Code : 1045
Keywords : Mini-implant, stability, torque, osstell, RFA
Page Count : 117
Supervisor : Prof. Dr. Metin ORHAN

TEŞEKKÜR

Eğitim sürecinin başından beri, her bilgiye farklı açıdan yaklaşmamı sağlayan, tam anlamıyla "gözlerimi açan", değerli ile değersiz, önemli ile önemsiz ayırmayı, hak ederek kazanmayı, mesleki dürüstlüğü öğreten, eşsiz bilgisi ile doktora eğitim sürecim boyunca bana ışık olan muhterem hocam Prof. Dr. Metin ORHAN'a

Diş hekimliğine özenmemin gerçek sebebi olan, duruşu, konuşması ve hastaya yaklaşmasıyla, mesleki becerisi ve ahlakı ile her zaman örnek olmuş ve olacak olan sevgili babam Dt. Faruk KÖNİ'ye,

Hayatta bütün önceliğini bana vermiş, bu günlere gelebilmem için kendinden fedakarlık değil feragat etmiş, bu güne kadar gelebildiysem, dik durabiliyor ve güvenle gülümseyebiliyorsam; bunun asıl sebebi olan annem Prof. Dr. Nilüfer DARICA'ya,

Bilgisini ve desteğini asla esirgemeyen, en umutsuz anlarımızda bize çare olan, çözüm bulan, çok değerli bilim insanı ve hocam Prof. Dr. Hasan BİLGİLİ'ye,

Bizim derdimizi sıkıntımızı kendi derdi sıkıntısı sayıp, her koşulda, sıkılmadan, usanmadan yardımımıza koşan, tezimi istatistiki açıdan destekleyen sayın hocam Prof.Dr. Şener BÜYÜKÖZTÜRK'e,

Doktora eğitim sürecim boyunca hiçbir konuda benden bilgi ve desteğini esirgemeyen, değerli hocam Doç. Dr. Enis Güray'a,

Tezimi hazırlarken verdiği destekler için Doç. Dr. Teyfik DEMİR'e,

Tez sürecimde yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Süleyman Bozkaya'ya,

Tezimde kullandığımız ortodontik mini-vidaların tasarım ve üretim sürecinde sunduğu hizmet kalitesiyle TASARIMMED'e,

Tezimde kullandığımız Ortodontik Nonosteoentegre Mini İmplantlara uygun olan "Smartpeg" lerin seçimini yapan, çalışma içinde kullandığımız tüm "Smartpeg" leri hediye ederek çalışmamıza destek veren "OSSTELL" firmasına,

Doktora süreci boyunca bütün aşamaları beraberce geçtiğimiz, dönem arkadaşlarım, Dt. Mümin S. MÜMİN, Dt.Sıla ÇAĞLAYAN, Dt.Merve DOĞAN, Dt.Fusun COŞKUN TÜRKİYILMAZ'a,

Çalışma arkadaşlarım olan kıdemli asistanlarım Dr.Dt. Eren KORUNMUŞ ve Dt. Amine BUĞRA'ya

İyi-kötü her gün yanımda olan ve benden desteğini esirgemeyen sevgili dostum Dt.Altuğ YENİAY'a,

Bana doktora eğitimimin belli süreçlerinde yön gösteren, destek olan kıdemli asistan arkadaşlarım olan Dr. Dt. Muhammed FAKİ, Dr.Dt. Emre ÇAKIR, Dr.Dt. Tuncay SARMAZ ve tabii ki abimiz Mehmet Ali YURTSEVEN'e

Dt. Derviş Emre ERCAN, Dt.Selçuk Erdem ÖZBAY, Dt.Yaman Güray, Dt. Amir MAMUSHA, Dt. Hacı Fatih ÜNVER, Dt. Orhan SADIGOV başta olmak üzere destekleri için tüm bölüm arkadaşlarıma,

En içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	x
RESİMLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Tarihçe	5
2.2. Ankraj	6
2.3. Ortodontik Non-Osseointegre Mini İmplantlar	6
2.3.1. ONMİ'nin Bölümleri	7
2.3.2. ONMİ endikasyonları ve kontrendikasyonları	7
2.3.3. ONMİ'lerin fiziksel özellikleri	8
2.2.4. ONMİ'lerin başarısını etkileyen faktörler	11
2.4. Rezonans Frekans Analizi	11
2.4.1. ONMİ stabilitesi ve rezonans frekans analizi (RFA)	13
2.4.2. Osstell ISQ parçaları	13
2.4.3. Osstell ISQ Çalışma Prensipleri	15
2.5. Bir Fizik Terimi Olarak Tork ve Tork Miktarının Ortodontik Mini İmplantlar ile İlişkisi	16
2.5.1. Tork ölçme metodları	16
2.5.2. Çakma Torku	17
2.5.3. Sökme Torku	18
2.6. Çalışmanın Amacı	18
3. GEREÇ VE YÖNTEM	21
3.1. Deneylerde Kullanılan Hayvanların Özellikleri	21
3.2. ONMİ'nin Özellikleri	21
3.3. İmplant Stabilite Ölçer Rezonans Frekans Analizi Cihazı	22

Sayfa

3.4. SmartPeg.....	23
3.5. Torkmetre	25
3.6. Deney Düzeneği ve Yöntem	28
3.6.1. Çakma işlemleri.....	28
3.6.2 Sökme işlemleri.....	30
3.7. İstatistiksel Analiz.....	30
4. BULGULAR	33
4.1. Yüklü ve Yüksüz ONMİ'lerin 4 Pusula Yönünde Ölçülen RFA Değerlerinin Tüm Zamanlarda Birbirlerine Göre Farkları	35
4.2. Dört Pusula Yönüne Göre Ölçülen RFA Değerlerinin T0(0. Gün), T1(1.Hafta), T2(3. Hafta) ve T3(5. Hafta) Anlarındaki Birbirine Göre Farkları	37
4.3. Dört Pusula Yönüne Göre Ölçülmüş Olan RFA Değerlerinin Zaman İçinde Değişimlerinin Karşılaştırılması	38
4.3.1. Korelasyonlar	38
4.3.2. Farklar	40
4.4. RFA Farkları.....	44
4.4.2. Yüklü ONMİ'lerin sökme RFA değerlerinin zaman içinde değişimlerinin karşılaştırılması	45
4.5. Tork Farkları.....	48
4.5.1. Yüksüz ONMİ'lerin sökme torku değerlerinin zaman içinde değişimlerinin karşılaştırılması	48
4.5.2. Yüklü ONMİ'lerden ölçülen sökme torku değerlerinin zaman içinde değişimlerinin karşılaştırılması	48
4.5.3. Yüklü ONMİ'lerden ve yüksüz ONMİ'lerden ölçülen tork değerlerinin zaman içinde değişimlerinin beraber karşılaştırılması	49
4.6. Tüm ONMİ'lerin çakma torku - çakma RFA - sökme torku - Sökme RFA değerlerinin zaman içinde değişimlerinin karşılaştırılması.....	52
4.6.1. Korelasyonlar	53
4.6.2. Farklar	55

Sayfa

5. TARTIŞMA	57
5.1. Amaç.....	57
5.2. Gereçler	58
5.2.1. RFA ölçüm cihazı	60
5.2.2. Torkmetre.....	61
5.2.3. ONMİ.....	61
5.3. Yöntem	63
5.3.1. Yükleme zamanı	64
5.3.2. Çakma açısı	67
5.3.3. Veri toplama aralıkları	67
5.4. Bulguların Tartışılması	68
5.4.1. ONMİ'lerin çakılması	68
5.4.2. Bulgu - makale yorumları	71
5.4.3. RFA ve Tork ilişkisi.....	89
5.4.4. Başarı Oranı.....	90
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	93
6.1. Sonuçlar.....	93
6.2. Öneriler	95
6.2.1. Benzer çalışmalar için kurgu önerileri.....	95
6.2.2. Hayvan çalışmaları için öneriler	97
KAYNAKLAR.....	99
Ek.1 Etik Kurul Kararı.....	114
Ek.2: Hayvan Deneyleri Kursu Katılım Sertifikası	115
Ek.3: Osstell Firmasının MTN-3 ile İlgili Test ve Onay Belgesi	116
ÖZGEÇMİŞ	117

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Her Bir Tibiadaki Çakılış Sırasına Göre ONMİ'lerden 4 Farklı Zamanda Ölçülen TORK Değerleri Ortalamaları	33
Çizelge 4.2. Her Bir Tibiadaki Çakılış Sırasına Göre ONMİ'lerden 4 Pusula Yönüne Göre 4 Zamanda Ölçülmüş Olan RFA Değerleri Ortalamaları	33
Çizelge 4.3. T0 (0. Gün), T1 (1. HAFTA), T2(3. hafta), T3(5. Hafta) Anlarında Yüklü ONMİ'lerin 4 Pusula Yönüne Ait RFA Değerleri ile Yüksüz ONMİ'lerin 4 Pusula Yönüne Ait RFA Değerleri Arasındaki Farklar	34
Çizelge 4.4. Farklı Anda 4 Pusula Yönünden Ölçülmüş Olan RFA Değerlerinin Birbirlerinden Farkları	37
Çizelge 4.5. Her Bir ONMİ'den Pusula Yönüne Göre Ölçülmüş Olan Çakma RFA Ve Sökme RFA Değerlerinin Haftalara Göre Değişiminin Korelasyonu	37
Çizelge 4.6. Her Bir ONMİ'den Pusula Yönüne Göre Ölçülmüş Olan Çakma RFA ve Sökme RFA Değerlerinin Haftalara Göre Farkları	40
Çizelge 4.7. Yüksüz ONMİ'lerden (3. ve 4. ONMİ'ler) 4 pusula yönünde ölçülmüş olan RFA değerlerinin ortalamalarının 4 farklı zamanda birbirine göre farkları	43
Çizelge 4.8. Yüklü ONMİ'lerden (1. ve 2. ONMİ'ler) 4 pusula yönünde ölçülmüş olan RFA değerlerinin ortalamalarının 4 farklı zamanda birbirine göre farkları	44
Çizelge 4.9. Yüklü ONMİ'lerden (1. ve 2. ONMİ'ler) ve Yüksüz ONMİ'lerden (3. ve 4. ONMİ'ler) ölçülmüş olan RFA değerlerinin ortalamalarının 4 farklı zamanda birbirine göre farkları.....	44
Çizelge 4.10. Yüksüz ONMİ'lerden (3. ve 4. ONMİ'ler) ölçülmüş olan sökme torku değerlerinin 3 farklı zamanda birbirine göre farkları.....	47

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.11. Yüklü ONMİ'lerden (3. ve 4. ONMİ'ler) ölçülmüş olan sökme torku değerlerinin 3 farklı zamanda birbirine göre farkları	47
Çizelge 4.12. Yüklü ONMİ'lerden (1. ve 2. ONMİ'ler) ve Yüksüz ONMİ'lerden(3. ve 4. ONMİ'ler) ölçülmüş olan Tork değerlerinin ortalamalarının 4 farklı zamanda birbirine göre farkları.....	47
Çizelge 4.13. Her bir ONMİ'den çıkarken ve sökerken ölçülen tork değerlerinin diğer bulgular ile arasındaki korelasyonlar	49
Çizelge 4.14. Her bir ONMİ'den çıktıktan hemen sonra ve sökmeden hemen önce ölçülen RFA değerlerinin diğer bulgular ile arasındaki korelasyonlar	50
Çizelge 4.15. Her bir ONMİ'den çıkarken ve sökerken ölçülen tork değerlerinin diğer bulgular ile arasındaki farklar	51
Çizelge4.16. Her bir ONMİ'den çıktıktan hemen sonra ve sökmeden hemen önce ölçülen RFA değerlerinin diğer bulgular ile arasındaki farklar	52

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Osstell ISQ cihazı ve algılayıcı ucu.....	14
Resim 2.2. SmartPeg.....	14
Resim 2.3. Osstell ISQ Cihazının Dental İmplantlarda Uygulanması.....	15
Resim 3.1. MTN-3 Ortodontik Non-Osseointegre Mini-İmplant.....	22
Resim 3.2. Çalışmada kullanılan Osstell ISQ cihazı	23
Resim 3.3. MTN-3 ONMİ ve Tip-50 SmartPeg.....	24
Resim 3.4. SmartPeg'in ONMİ'ye montajı.....	24
Resim 3.5. SmartPeg'e manyetik titreşim gönderilmesi ve RFA sonucunun ISQ olarak ekrandan görüntülenmesi	24
Resim 3.6. Futek Tork Sensörü	26
Resim 3.7. Tasarlanan kabza	26
Resim 3.8. Tasarlanan kabza	27
Resim 3.9. Raşet Mekanizması	27
Resim 3.10. İçinde dijital tork sensörü bulunan tornavida	27
Resim 3.11. Operasyon sırasında yapılan RFA ölçümü	29
Resim 3.12. Operasyon bölgesi - kapatılmadan hemen önce	29
Resim 5.1. Diapozon	71
Resim 5.2. SmartPeg ve Diapozon aynı prensipte işlemektedir	72

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış olan bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

N	Newton
Cm	Santimetre
Ncm	Newton x Santimetre (Tork Birimi)
ISQ	Implant Stability Quotient (Ostell Stabilite Birimi)
T	Tork
r	Yarıçap
F	Kuvvet

Kısaltmalar

Açıklama

ONMİ	Ortodontik Non-Osseointegre Mini İmplant
RFA	Resonance Frequency Analysis (Rezonans Frekans Analizi)
RFAD	Resonance Frequency Analysis Device
MRI	Manyetik Rezonans Görüntüleme Tekniği

1. GİRİŞ

Ortodontik tedavi; yönü, şiddeti ve uygulama şekli önceden belirlenmiş olan kuvvetlerin iletilmesiyle, dişlerde ya da kemiklerde düzelmenin sağlandığı bir tedavi şeklidir.

Kuvvet uygulanırken bir bölgeden destek almak zorunludur. Newton'un 3. Fizik Yasası'na göre, her etki bir tepki doğurur. İstenen bölgeyi hareket ettirirken, eşit miktarda ve zıt yönde bir kuvvet de ankraj bölgesini etkisi altına alır. Bazen bu kuvvetler, ankraj bölgesinde istenmeyen etkiler meydana getirebilir [1]. Bu durumda çözüm, ya ankraj bölgesinin direnç gücünü arttırmak ya da başka bir bölgeden ankraj almaktır. Bu maksatla kemikten destek alınması gündeme gelmiştir [2]. Bunun için de onplantlar [3], mini-plaklar [4], dental implantlar [5, 6] ve ortodontik mini-implantlar (ONMİ) [7, 8] kullanılmıştır.

ONMİ'ler çakıldıktan sonra, doğrudan kuvvet uygulanarak ortodontik/ortopedik etki edilmeye çalışılabilir; istenirse de komşu dişlerin ve kemiklerin çeşitli mekaniklerle ONMİ'den destek alması sağlanıp, tedavi amaçlı kurulan mekaniklerin etkinliğinin artırılması, yan etkilerinin azaltılması sağlanabilir. ONMİ'lere destek ihtiyacı kalmadığında kemikten uzaklaştırıldıkları için, "geçici ankraj araçları" da denmektedir [9].

ONMİ'ler basit uygulanabilmesi, ucuzluğu, kooperasyon gerektirmemeleri ve estetik olarak kabul edilebilir olmaları sayesinde, son yıllarda çokça kullanılır olmuşlardır.

Kliniklerde ortodontik mini-implantların kullanımlarının artmasıyla beraber, özellikle son 10 yıl içerisinde bu konuda çok sayıda bilimsel makale yayınlanmıştır. Bu makalelerde sıklıkla, ONMİ'lerin endikasyonları ve kontrendikasyonları [10], tip [11], şekil [12] ve yüzey [13] gibi fiziksel özellikleri, malzeme yapısı [14], biyoyumlulukları ve osseointegrasyon [15], uygulama şekli [16], çakma bölgesi [17], çakma açısı [18], optimum çakma torku ve sökme torku [19], optimum çakma derinliği [20], optimum mukoza kalınlığı [13], optimum kortikal kemik kalınlığı [21],

optimum yükleme şekli [22], optimum yükleme miktarı [23] ve optimum zamanlama [24] gibi konular incelenmiştir.

ONMİ'lerden etkin şekilde yararlanılabilmesi için öncelikle çakılabilmesinin kolay olması gerekir. Sonra, uygulama bölgesinde istenilen süre boyunca yeterince destek alınabilir sağlamlıkta olması, patolojik herhangi bir değişikliğe sebep olmadan dayanması gerekir.

ONMİ başarısındaki en önemli faktörlerden birinin primer stabilite olduğu kabul edilmektedir. Çakma torku, ne kemiğin zarar göreceği kadar yüksek, ne de mini-implantı desteksiz kılacak kadar düşük olmalıdır. Primer stabilite, bir çok çalışmada çakma torku miktarı olarak kabul edilmiştir [16, 25, 26].

Mini-implantın uygulamadan sonra zaman içerisinde kazandığı stabiliteye ise sekonder stabilite denmektedir. Sekonder stabilite açısından en önemli faktör ise, ONMİ ve kemik arayüzündeki apozisyon ya da rezorbsiyon miktarlarıdır. Rezorbsiyon kemik desteğini tehlikeli şekilde azaltacak kadar çok olmamalı; apozisyon da ONMİ sökülürken kırılmasına sebep olacak kadar fazla olmamalıdır. Yani apozisyon ve rezorbsiyon olayları ONMİ'nin başarısını olumlu etkileyecek bir döngü içerisinde devam etmelidir.

Sökme anındaki ONMİ stabilitesini tespit etmek için, sökme anında ölçülen tork değeri de sekonder stabilite olarak adlandırılmıştır [27]. Ancak bu yöntemle ONMİ'nin çakılma anındaki, bir süre sonraki ve sökme anındaki sökme torkunun ölçümü yapılamamaktadır; çünkü, sökülen ONMİ'nin işi bitmiştir. Bu yüzden çakma anındaki sökme tork değerini bilmediğimiz bir ONMİ'nin stabilitesindeki uzun dönem değişiklikleri ve en nihayetinde sekonder stabilite değerini tespit etmek mümkün değildir. Bu tespitin yapılabilmesi için rezonans frekans analizi (RFA) yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemle uygulama başında, ortasında, sonunda, çaktıktan sonra, sökmeden önce, uygulama ile ilgili stabilite yorumu yapılabilecek analitik bir değer elde edilebilmektedir [28]. Hatta bu yöntem dental implantların stabilitesini ölçerken altın standart olarak kabul edilmektedir [29].

RFA ölçümlerinin yapılabilmesi için alüminyum kaplanmış küçük bir manyetik parçaya ihtiyaç duyulmaktadır. SmartPeg (Osstell, Goteburg, İsveç) isimli bu parça

implantın kafasına vidalanmaktadır. Osstell ISQ isimli elektronik bir cihaz ile SmartPeg'e 5-15 kHz frekansta değişen elektromanyetik dalgalar gönderilir. Böylece SmartPeg titreşip cihazın ucuna göre salınım yapmaktadır. Osstell'in ucu bu salınımı elektronik olarak ölçüp kaydederek implant stabilite katsayısı olarak Implant Stability Quotient (ISQ) cinsinden gösterir.

RFA ile dental implantların stabilitesinin herhangi bir anda ölçülebileceği bilimsel olarak gösterilmiştir [30]. RFA, bugüne kadar dental implant araştırmalarında ya da yükleme anının belirlenilebilmesi için laboratuvar araştırmalar dışında kliniklerde sıklıkla kullanılmakta olup kullanımı da giderek artmaktadır.

Mini-implantlar, büyüklük, tasarım, yüzey özellikleri, uygulama protokolü, ve uygulama yerleri bakımından dental implantlardan farklıdırlar. Ancak, sonuç olarak RFA ölçüm değerlerinin ONMİ stabilitesini ölçmede kullanılmasına bir engel yoktur. Bazı araştırmacılar da RFA ölçümünü bu maksatla kullanmışlardır.[31-33] Ancak, dental implantların kullanımına uygun olarak tasarlanan, her firmanın implantına uyması için 60'tan fazla SmartPeg geliştirilen bu yöntemin, rastgele bir SmartPeg'in kullanılarak uygulanması; dahası, çok hassas biçimde üretilen bir SmartPeg'in hoyratça torna edilip yeni biçimlere sokulması yoluyla monte edilmesi, son derece yanlış ve güvenilmez sonuçlara açık bir durum oluşturmaktadır. Yani bu yöntem kullanılacaksa, özgün cihaza ve eldeki ONMİ'ye uygun olduğu üretici firma tarafından onaylanan bir SmartPeg'in kullanılması şarttır.

Ancak, bu güne kadar, ONMİ ile bire bir uyumlu ve aynı zamanda fabrika tarafından onaylanmış SmartPeg kullanılan bir araştırmaya literatürde rastlanmamıştır. Çalışmamızın amacı, tavşanlar üzerinde, çakma torku ve sökme torku değerleri ile çakma RFA ve sökme RFA değerlerini birlikte değerlendirerek bir sonuca ulaşmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tarihçe

Yaklaşık 100 yıllık bir geçmişi olan ortodonti, 11000 yıllık bir geçmişi olan diş hekimliği yanında çok yeni olarak kabul edilebilir. Bu 100 yıl boyunca hekimler çene kemiklerine ve dişlere kuvvet uygulayıp, oluşan hareketleri ve bu kuvvetlerin istenmeyen yan etkilerini gözlemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar, hekimleri kuvvet uygularken sağlam destek noktaları aramaya itmiştir [34].

Bu arayış sonucu ağız dışı ankraj gündeme gelmiştir. Ancak ağız dışı ankraj aygıtlarının kullanım ve kontrollerinin zor olması, kooperasyon gerektirmesi gibi faktörler hekimleri daha farklı ankraj üniteleri arayışına itmiştir. Bu arayışa cevaben 20. yüzyılın ortalarında iskeletsel ankraj kavramı ortaya çıkmıştır[2].

İskeletsel ankraj ile yakından ilişkili olan osseointegrasyon da yine 20. yy'ın ortalarında Brenemark tarafından tavşanlar üzerinde yapılan çalışmalar sırasında tesadüfen keşfedilmiştir. Branemark, tavşan kemiğindeki kan dağılımını incelemek için yaptırdığı titanyum halkaları tavşan kemiklerinin üzerine yerleştirmiş ve halkaları çıkartacağı zaman kemiğin halkaların üstünü kapladığını görmüştür. Branemark, bu gözleme dayanarak osseointegrasyon kavramını ortaya atan ilk kişi olmuştur [35].

Branemark, osseointegrasyonu, bağ dokunun dahil olmadığı, malzemenin direkt olarak kemik ile örtüldüğü iyileşme olarak tanımlar. Bu keşiften hemen sonra Branemark ve arkadaşları osseointegrasyon çalışmalarına başlamış ve dental implantların, eksik dişlerin yerini almak üzere kullanılabileceğini gösterdikleri araştırmalarını bilim dünyasına sunmuşlardır [36].

Linkow, dental implantların ortodontik ankraj amacıyla kullanılabileceğini savunan ilk araştırmacı olmuştur [5]. Dental implantlar, yerleştiği bölgede kalıcı olmak için tasarlanmış olup invaziv bir prosedürle yerleştirilirler. Bu sebeple, daha non-invaziv, daha küçük ama daha etkili bir implant arayışı devam etmiştir. Nihayet 1980'li yıllarda ortodontik mini-implantın öncü modelleri ortaya çıkmaya başlamıştır.

Creekmore ve Eklund anterior nasal spinanın hemen altına osseointegre vitalyum implantlar yerleştirip deep bite düzeltiminde kullanmışlardır [37].

Tüm bu gelişmeler sonrası, 1990'larda gerçek anlamda "ortodontik mini-implant" denilebilecek nitelikteki titanyum malzeme tanıtılmıştır.

Kanomi'nin keşfi bir dönüm noktası olarak alınırsa, özellikle ilk 5 sene içerisinde artan talebi karşılamak için üretim yapan firmaların sayısı artmıştır [7].

Günümüzde her türlü kemik yapısına ve uygulama bölgesine uygun fiziksel özelliklere sahip çeşitli ONMİ'ler piyasaya sunulmuştur ve ortodontistler tarafından etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak konu üzerindeki araştırmalar halen devam etmektedir.

2.2. Ankraj

Sert dokular ve dişler, ortodontik tedavi sırasında çeşitli kuvvetlere ve momentlere maruz kalmaktadırlar. Bu kuvvetler de aynı güçte fakat zıt yönde bir kuvvet oluşmasına sebep olmaktadır. Başarılı bir tedavi için bu zıt kuvvetlerin uygun şekilde dikkate alınması gerekmektedir. Bu zıt kuvvete gösterilen dirence de ortodontik ankraj denir [34].

Ankrajın alındığı bölgeye göre 2 türü bulunmaktadır:

1. Ağız dışı ankraj (Headgear ya da çenelik gibi apareyler kullanılarak, oksipital bölgeden, pariyetal bölgeden, frontal bölgeden, ense bölgesinden, zigomatik bölgeden, çene ucu bölgesinden ankraj bölgesi olarak istifade edilebilir).
2. Ağız içi ankraj (Müteharrik apareyler, sabit apareyler ya da ONMİ'ler kullanılarak; dişlerden, alveol kemiklerinden ve çene kemiklerinden ankraj bölgesi olarak istifade edilebilir).

2.3. Ortodontik Non-Osseointegre Mini İmplantlar

Ağız içerisinde de dişler, üzerlerine yapıştırılan braketler ve bantlar ile, alveol kemikler ve çene kemikleri ise müteharrik ve sabit apareyler ya da ONMİ'ler ile

destek alınarak ankraj bölgesi olarak kullanılabilirler. Günümüzde diğer tekniklere sağladığı büyük üstünlüklerle mini-implantlar oldukça popülerdir.

ONMİ'ler, ekstra bir cerrahi işlem gerektirmeden lokal anestezi ile kolayca uygulanırlar, direkt olarak alveol kretler ve çenelerden destek alarak, ya da indirekt olarak bazı dişlerin ONMİ'ye bağlanıp sabitlenmesi suretiyle kullanılırlar. ONMİ'ye ihtiyaç kalmadığında ise kemikte patolojik bir hasara yol açmaksızın kolayca sökülürler. Sonradan sökülebildikleri için ONMİ'lere "geçici ankraj araçları" (Temporary Anchorage Device = TAD) da denmektedir [9].

2.3.1. ONMİ'nin Bölümleri

ONMİ'ler baş, gövde ve yivler olmak üzere üç ana parçadan oluşmaktadır [38]. Bu ana parçalar ONMİ'nin başarısı ile direkt olarak ilişkilidirler.

Baş, ONMİ çakılırken tornavida ucunun üstüne oturduğu parçadır. Böylece oluşturulan dönme kuvveti gövde ve yivlere iletilir.

Gövde, baş kısmının hemen altında kalan parçaya denir. ONMİ'nin burulma dayanımı ve torsiyonel direncinde gövdenin kesit alanının büyüklüğü en belirleyici faktörlerdendir. Torsiyonel direnç, gövdenin çapının küpü ile ters orantılıdır. Çaptaki çok küçük artışlar bile küp olarak yansyıp ciddi artışlar yapar. Yani ONMİ'nin dayanıklılığı artıp kırılma ihtimali azalır [39].

Yivler ONMİ'lerin kemiğe kolayca girmesini sağlayan, tutunma yüzey alanını arttıran parçalardır. Yivler kemiği geçerken minimal travmaya sebep olmalı, yarattığı stres rezorbsiyona neden olmamalı ve olabildiğince fazla kemik değim yüzeyi oluşturmalıdır [40].

2.3.2. ONMİ endikasyonları ve kontrendikasyonları

Endikasyonları

1. Dental etki elde etmek amacıyla,

- a) İntrüzyon ya da ekstrüzyonda [41],

- b) Mezializasyon ve distalizasyonda [42],
 - c) Uprighting hareketi yaptırılırken [43],
 - d) Gömülü dişlerin sürdürülmesinde [44],
 - e) Oklüzal eğimlerin düzeltiminde [45],
2. Ortopedik etki elde etmek amacıyla [46],
 3. Sefalometrik çalışmalarda referans olarak kullanılırlar [47].

Kontrendikasyonları

1. Hasta ajite psikoloji içindeyse ve/veya ONMİ uygulamasını istemiyorsa[48],
2. Titanyum alerjisinin varlığında (Paslanmaz çelik minivida kullanılacaksa, paslanmaz çelik alerjisi varlığında.) [49],
3. Ağız hijyeni kötüyse ve/veya aktif oral patoloji varsa [50],
4. Hasta radyoterapi görüyorsa [51],
5. Kemik iyileşmesi mekanizmasını etkileyen ilaç kullanıyorsa veya sistemik rahatsızlığı varsa [51],
6. ONMİ'nin çakılabileceği derinlik veya genişlikte kemik yoksa [17],
7. Kemik kalitesi kötü olduğu için implantın çakılması sırasında yeterli primer stabilizasyon sağlanamıyorsa [52].

2.3.3. ONMİ'lerin fiziksel özellikleri

Kullanılan materyaller

Amacı her ne olursa olsun kullanılacak ONMİ'nin üretildiği materyalin biyouyumlu olması, üzerine gelecek yüklere dayanabilmesi ve kemikte rezorbsiyon oluşturmaması gerekmektedir.

Titanyum ve alaşımlarının osseointegrasyonu iyidir, biyouyumludur, hafiftir ve özellikle makaslama tip kuvvetlere karşı dayanıklıdır [53]. Bu özellikleri nedeniyle ağız içinde kullanımları giderek artmaktadır. ONMİ üreten firmalar arasında sadece Leone firması paslanmaz çelik materyal kullanmaktadır [54].

Yüzey özellikleri

ONMİ'ler üretim şekillerine göre farklı yüzey özellikleri gösterebilmektedir [55-57].

ONMİ'lerin kemik değim yüzeyleri:

1. Gritle pürüzlendirilmiş,
2. Kumla pürüzlendirilmiş,
3. Asitle pürüzlendirilmiş,
4. Pöröz sinterlenmiş,
5. Plazma ile kaplanmış,
6. Kalsiyum fosfat ile kaplanmış,
7. Hidroksiapatit ile kaplanmış olabilir.

Şekli ve boyutları

ONMİ'ler üzerlerine kuvvet gelince bu kuvvetlere dayanacak, işleri bitince operasyon gerektirmeksizin kolayca sökülebilecek optimum stabilizasyona sahip olmalıdırlar. Yani, ne çok gevşek tutunmalı, ne de ayrılırken zarar verecek kadar osseointegre olmalıdırlar.

ONMİ'lerin gövde şekli genelde konik ve silindirik olmaktadır. Konik şekilli bir ONMİ'nin gövdesi uca doğru giderek inceliyor daha güçsüz bir yapıya bürünür. Silindirik tip ONMİ'de ise uca yaklaştıkça bu güç kaybı olmaz. Bu yüzden silindirik tip ONMİ'ler daha dirençlidir.

Jolley ve Chung, aynı çapa ve alaşımlara sahip olan silindirik implantın konik implanttan 2 kat daha fazla dayanıklı olduğunu göstermişlerdir [39].

Lee ve Baek, ONMİ'lerin çapı arttıkça kortikal kemiğe verilen mikro hasarın da arttığını belirtmişlerdir [58].

ONMİ'nin boyut ve çapı çakılacağı kemiğin özelliklerine göre seçilmelidir. Kaliteli kortikal kemiğin bol bulunduğu yerlerde daha ince ve daha uzun ONMİ'ler çakılabilirken, kaliteli kortikal kemiğin ince olduğu, kortikal kemik kalitesinin yetersiz olduğu ya da anatomik boşluklara yakın olup kemik derinliğinin yetersiz olduğu bölgelerde tutunma yüzeyinin artırılması için daha kısa ve kalın ONMİ'ler kullanılmalıdır.

Günümüzde, sıklıkla çapı 1.6 ile 2.0 mm arası, boyu da 6 ve 8 mm arası değişen ONMİ'ler kullanılmaktadır.

Çakma yöntemi

ONMİ'ler ya self-drilling ya da self-tapping uçlara sahip olarak üretilirler. Self-drilling ONMİ'ler, tornavidanın ucuna takılıp direkt kemik, hatta mukoza üzerinden doğrudan uygulanınca kendiliğinden yerleşirler [59]. Self-tapping ONMİ'ler ise tornavida döndürülünce kemiğe yerleşemezler. Önceden bir kılavuz ucu matkap (drill, frez) ile kortikal kemikte kılavuz delik açılması gerekmektedir [60]. Self-drilling ONMİ'ler daha az malzemeye daha kısa sürede çakılabildikleri için daha sık tercih edilmektedirler [61].

Self-tapping ONMİ'lerde önceden kılavuz delik açıldığında çakma bölgesinde sonradan sıkışma oluşturacak bir miktar kortikal kemik uzaklaştırıldığı için çakma torkları self-drilling ONMİ'lerden daha düşük olmaktadır [62].

Yadav ve arkadaşları, self-drilling ONMİ'lerde daha yüksek çakma torku değerlerine ulaşıldığını, buna bağlı olarak kortikal kemikte daha fazla mikro çatlak oluştuğunu bildirmişlerdir [63].

2.2.4. ONMİ'lerin başarısını etkileyen faktörler

Yukarıda anlatılan bilgilerin ışığında ONMİ'nin başarısını etkileyen faktörler şöyle özetlenebilir:

1. ONMİ'lerin fiziksel özellikleri
2. Çakılan kemiğin niteliği
3. Çakma açısı, çakma hızı ve hekim tecrübesi
4. Çakma sonrası ağız hijyeni

ONMİ'lerin başarısız olmasına sebep olan faktörler de kısaca şöyle sıralanabilir:

1. Çakma yerindeki mukozanın yapışık dişeti değil de hareketli mukoza olması durumunda peri-implantitis riski vardır.
2. Hastanın ağız hijyeni kötü olduğunda,
3. Çakma bölgesinde aktif inflamasyon varlığında,
4. İnce veya yetersiz kortikal kemik varlığında,
5. ONMİ'nin çapı uygun olan çaptan daha küçük olduğunda,
6. İatrojenik hatalar yapıldığında

ONMİ'nin başarısız olacağı bildirilmiştir [64].

2.4. Rezonans Frekans Analizi

Galileo Galilei, 1602 yılında sarkaç ve müzik aletleri üzerine yaptığı araştırmalar sonucunda rezonansı keşfetmiştir. Fiziki açıdan, bazı sistemler bazı frekanslarda diğer frekanslara nazaran daha büyük genliklerde salınma eğilimindedirler. Bu, o sistemin rezonans frekansı olarak adlandırılır. Bu frekanslarda küçük periyodik kuvvetler bile çok büyük genlikler üretebilirler.

Yüklenimler arasında sistemin enerji depolayabildiği ya da boşaltabildiği durumlarda rezonans meydana gelir. Ancak rezonans sırasında oluşan bu depolama-boşaltma döngüleri arasında "sönüm" adı verilen bazı kayıplar söz konusu olmaktadır. Sönüm küçük olursa rezonans frekansı da yaklaşık olarak sistemin doğal frekansına eşit olur [65].

Rezonanslar, sistemin iki ya da daha fazla farklı yükleme biçimleri arasında enerji depolayabildiği ya da transfer edebildiğinde (sarkacın kinetik ve potansiyel enerjisi gibi) meydana gelir. Ancak döngüler arasında "sönüm" adı verilen bazı kayıplar söz konusudur. Sönüm küçük olduğunda rezonans frekansı da yaklaşık olarak sistemin doğal frekansına eşittir.

Rezonans olayı mekanik, akustik, elektromanyetik, nükleer manyetik, elektron spin ve kuantum dalga fonksiyonu rezonansları gibi bütün titreşim tipleri ve titreşim dalgalarından oluşur. Ayrıca rezonans mühendislikte teorik olarak; "genliğin sonsuza gitmesi" şeklinde açıklanmaktadır.

Eğer sistem, periyodik bir etkinin altında ise, o sistemde salınımların bulunduğu bilinmektedir. Sistemin salınımlar esnasında normal durumuna göre yaptığı yer değiştirme miktarına "genlik" denir. Eğer bu salınımlar sistemin doğal frekansına eşit olursa, sistemin genliği sonsuza dek artma eğilimi gösterir ki; bu olaya da "rezonans" denir. Genlik sonsuza kadar artarsa yıkıcı sonuçlar oluşabilir. Örneğin üzerine ses gönderilen cam bir bardağın ses ile kırılması ya da boş bir köprüden bir tabur askerin uygun adım marşta geçerken köprünün taşıyabileceği maksimum ağırlıktaki arabalardan daha büyük tehlike yaratması gibi.

Teknoloji geliştikçe rezonans hakkındaki bu bilgiler öncelikle mühendislik ve sağlık alanında kullanılmış ve insan hayatının kalitesi büyük ölçüde arttırılmıştır. İnşaat mühendisliği, makina mühendisliği, uçak mühendisliği gibi alanlarda, köprülerin taşıma kapasitesi ve dayanıklılıklarını ölçmede, araçlardaki titreşim ve uçaklardaki metal yorgunluğu problemlerini ölçme ve çözümlemede kullanılmaktadır. Sağlık alanında da, MRI (Manyetik Rezonans Görüntüleme Tekniği) sayılabilir.

2.4.1. ONMİ stabilitesi ve rezonans frekans analizi (RFA)

ONMİ stabilitesini ve dolayısıyla başarısını primer ve sekonder olarak değerlendirirken, implant stabilitesi hakkında literatürde yazar az/çok mobil, gevşek ya da benzer ifadeler kullanıldığı görülmektedir [66-68]. Oysa yorumlanabilir bir değer ortaya koyabilmek çok önemlidir. Bu noktada rezonans frekans analizi (RFA), canlı dokulara uygulanan implant ya da ONMİ stabilitesinin, sökülmeden ve canlı dokuya zarar vermeden ölçülebilmesini sağlar. Bu amaçla Osstell Firması, "Osstell ISQ" (Osstell, Goteborg, İsveç) adını verdikleri bir cihazı piyasaya sürmüştür.

2.4.2. Osstell ISQ parçaları

"Osstell ISQ" RFA cihazı (Resonance Frequency Analysis Device - RFAD) 2 parçadan oluşmaktadır:

1. Osstell ISQ ölçerin gövdesi (Dijital ekranlı) (Resim 2.1.)
2. Rezonans frekansını algılayan uç (Resim 2.1.)

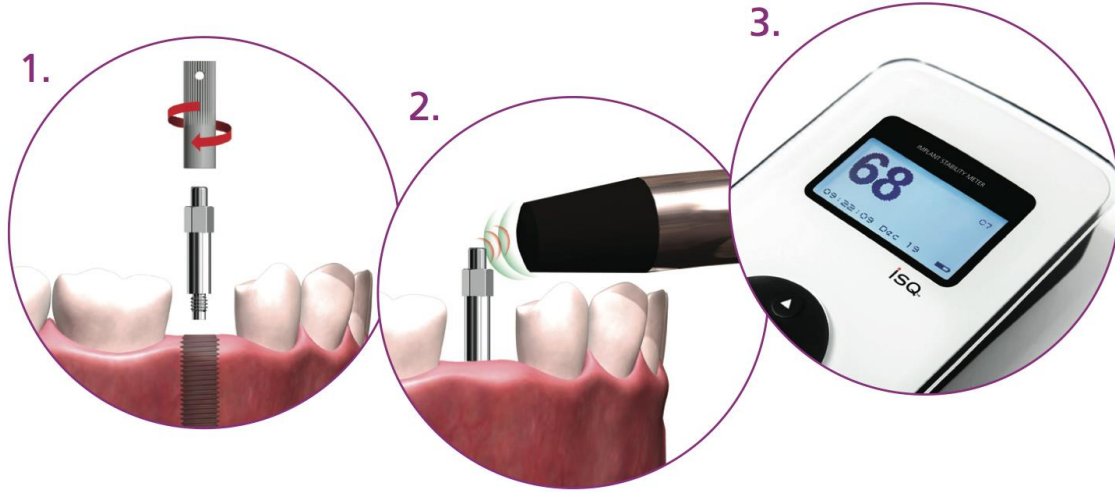
Osstell ISQ cihazı ile ölçüm yapabilmek için dental implantın abutment yuvasına oturan 'SmartPeg' (Osstell, Goteborg, İsveç) adı verilen bir parçaya gereksinim duyulur. SmartPeg'in baş kısmında da mıknatıs özelliğine sahip manyetik bir bölüm vardır (Resim 2.2.)



Resim 2.1. Osstell ISQ cihazı ve algılayıcı ucu



Resim 2.2. SmartPeg



Resim 2.3. Osstell ISQ Cihazının Dental İmplantlarda Uygulanması

2.4.3. Osstell ISQ Çalışma Prensibi

Daha önceden hastanın implantına uygun olarak seçilen 'SmartPeg', implantın başına yerleştirilir. Osstell cihazı açılıp Smartpeg'in başına yaklaştırılınca belli aralıklarla SmartPeg'in başında yer alan mıknatısı stimüle eder ve ileri-geri yönde titreştirir. İşte Osstell ISQ cihazının temel çalışma prensibi budur. Osstell ISQ cihazının ucundan yayılan manyetik dalgalar düzenli aralıklarla iletildiğinden dental implant ne kadar osseointegre olduysa, manyetik dalgaların oluşturduğu rezonans frekansı da o kadar yüksek olacaktır. Bu rezonans frekansına "Implant Stability Quotient" (ISQ) adı verilmekte ve implantın stabilitesini ölçmekte kullanılmaktadır. RFA değeri cihaz üzerinde 0-100 ISQ aralığında ölçülebilmektedir (Resim 2.3.).

İsveçli Osstell firması tarafından dental implantların stabilitesini ifade etmek için bir ISQ skalası oluşturulmuştur. Bu skalaya göre:

59 ve daha az ISQ: Düşük stabilite ve riskli durumları ifade eder.

60 - 64 arası ISQ: İmplantlar birbirine bağlanacaksa 2 aşamalı yüklemenin uygun olduğunu ifade eder.

65 - 69 arası ISQ: Tek implant için erken yüklemenin uygun olduğunu ifade eder.

70 ISQ ve üzeri: Yüksek stabilitenin mevcut olduğunu, tek implant için yüklemenin güvenli olduğunu ifade eder.

RFA değeri, Osstell'in ucundan yayılan manyetik stimülasyon şiddetinden ve SmartPeg'in boyundan etkilenmektedir. SmartPeg implanta bağlandıktan sonra, bu yapıyı tek parça olarak varsayarsak, rezonans miktarını etkileyen kısım, bu yapının kemik üstünde kalan kısmın uzunluğudur. Eğer implantın boyun seviyesindeki kortikal kemikte rezorbsiyon meydana gelirse Smartpeg başı ile kemik arası mesafe uzayacaktır; dolayısı ile SmartPeg'in boyu uzayacak, oluşacak manyetik rezonansın miktarı azalacak, RFA değeri düşecektir [69, 70].

ONMİ'ler için herhangi bir standart henüz oluşturulmamıştır.

2.5. Bir Fizik Terimi Olarak Tork ve Tork Miktarının Ortodontik Mini İmplantlar ile İlişkisi

Tork, bir kuvvetin, bir nesneyi döndürebilme kapasitesinin nicelik bakımından değeridir. Tork değerine $T(\text{Tork}) = r(\text{Yarıçap}) \cdot F(\text{Kuvvet})$ formülünden ulaşılır ve bu değer Ncm (Newton.Santimetre) birimiyle ölçülür.

Son yıllarda yapılan araştırmalarda kullanılan ONMİ'lerle ilgili önemli bir eşdeğer de tork miktarıdır. Bu çalışmalarda tork miktarı "Çakma Torku" ve "Sökme Torku" olarak iki farklı şekilde belirlenmektedir [12].

Günümüzde ONMİ stabilitesinin ölçülmesi için birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden bazıları tekrarlanabilir, bazıları da tekrarlanması mümkün olmayan yöntemlerdir. Tekrarlanabilir yöntemler: Perküsyon testi, radyograf analizi, Periotest (Siemens AG, Almanya), Hassas Dental Ölçer (Kyocera, Japonya)[71] ve RFA'dır[31]. Tekrarlanması mümkün olmayan yöntemler ise: Çakma torku ölçümü, sökme torku ölçümü, pull-out testi, push-out testi, gerilim testi ve histomorfolojik incelemeler [13, 72, 73].

2.5.1. Tork ölçme metodları

Analog ya da dijital, motorlu ya da manuel torkmetreler kullanılarak çakma torku ve sökme torku ölçülebilmektedir.

Manuel cihazlar

In-vivo deneylerde, canlılar genellikle bir düzeneğe sabitlenemediklerinden, tork miktarının belirlenmesinde manuel cihazlar kullanılmaktadır. Manuel cihazlar, spesifik ONMİ tornavidası ile kombine edilerek uygulanmaktadırlar [74-76].

Motorlu düzenekler

Canlı dışında (in-vitro) yapılan araştırmalarda kullanılırlar. Bu tip düzeneklerde genellikle motorlu olup, sabit bir hızda ONMİ çakma ya da sökme işlemi yapılmasına izin vermektedirler. Bu düzeneklere entegre edilen hassas tork sensörleri, veriyi uygun yazılımlara aktarmaktadırlar [20, 62, 77].

2.5.2. Çakma Torku

Çakma torku, ONMİ'nin kemiğe çakılma esnasında karşılaştığı direnç miktarını ifade etmektedir. Bu rezistans, kemik içine gömülme miktarı ve kortikal kemik kalınlığının artması ile doğru orantılıdır. Çakma torku ve kemik yoğunluğu arasında anlamlı bir korelasyon olduğu 1995 yılında ortaya konmuştur. Aynı çalışmada çakma torku ölçümlerinin güvenilir olduğu bildirilmiştir [78].

Bir ONMİ'nin stabilitesi iki şekilde sağlanmaktadır. Birincisi primer stabilitedir. Primer stabilite, çakma anında ONMİ'nin kortikal kemiğe sıkışmasıyla sağlanmaktadır. Primer stabilite özellikle, kortikal kemiğin miktarı ve yoğunluğu, çakma yöntemi, implant şekli, uzunluk ve çap gibi faktörlerden etkilenmektedir [69].

Çakma torku; bugünlerde primer stabilitenin indirekt olarak ölçümünde kullanılmaktadır. Yüksek çakma torku, yüksek primer stabilite demektir. Düşük çakma torku da düşük primer stabilite demektir. Öte yandan, çakma torkunun yüksek olması kemiğin daha fazla sıkıştığının ve peri-implant dokuların mekanik zarar görebileceğinin bir bulgusu olabilir [19]. Aşırı kemik kompresyonu, hücre ölümüne, nekroza, kemik rezorbsiyonuna sebep olmaktadır.

Kortikal kemiğin kalın olması, çakma torkunun yüksek olması; primer stabilitenin de yüksek olması demek olabilir [40]. Ancak, çakma sırasında peri-implant kemik

dokusunda aşırı harabiyet oldu ise zaman içinde ONMİ'nin stabilitesi azalabilir, ONMİ gevşeyebilir, hatta düşebilir.

2.5.3. Sökme Torku

Sökme torku, ONMİ'yi çıkıldığı kemikten ayırmak için gerekli olan çakmanın tersi yöndeki torsiyonel dirence denir. Bugünlerde sekonder stabilitenin ölçülmesinde kullanılmaktadır.

Bir ONMİ'nin stabilitesi ikincil olarak geç dönemde sağlanır ve buna da sekonder stabilite denir. Sekonder stabilite, ONMİ çevresindeki peri-implant dokunun iyileşmesiyle belirlenmektedir. Yani sekonder stabilite, ONMİ ve kemik arayüzünde ve bunun etrafındaki kemik içerisinde, yeni kemik yapılması ve remodelling ile meydana gelir. Dolayısıyla canlı dokunun ONMİ'ye verdiği reaksiyon da denilebilir. ONMİ'nin uzun dönem prognozunda asıl önemli olan faktör kemik remodelasyonudur [79]. Peri-implant dokudaki kemik remodellingi yapım yönünde ilerlerse sekonder stabilite artar. Yıkım yönünde ilerlerse sekonder stabilite azalır. Kemik remodelasyonu, primer stabilite ve metabolizma gibi faktörlerden etkilenmektedir.

ONMİ'lerin sökülürken kolayca ayrılması, bükülmemesi, kırılmaması veya çevre anatomik yapılara zarar vermeden tutunduğu kemiği bırakması beklenmektedir [80]. Ancak nadir çalışmalarda dental implant gibi osseointegre olabilen modifiye ONMİ'lerin kullanıldığı bilinmektedir [81]. Osseointegre bir implant trephan frezle çapından geniş kemik çıkartılarak sökülebilir. Eğer trephan frez kullanmadan sökülmeye çalışılırsa çevre kemik dokuları kırılıp ONMİ'ye yapışık olarak gelebilir.

2.6. Çalışmanın Amacı

Tavşan tibiasına çakılan ONMİ'lerden in-vivo olarak elde edilen tork ve RFA ölçümleri incelenerek;

1) RFA değerlerinin, tork değerleri yerine kullanılıp kullanılamayacağını araştırmak:

- a) Primer stabilite tespitinde "çakma torku değeri" yerine "çakma RFA değeri"nin kullanılıp kullanılamayacağını araştırmak.
 - b) Sekonder stabilite tespitinde "sökme torku değeri" yerine "sökme RFA değeri"nin kullanılıp kullanılamayacağını araştırmak.
- 2) Zamana bağlı olarak "çakma torku", "çakma RFA", "sökme torku", "sökme RFA" değerlerindeki değişimler arasında anlamlı bir ilişki bulunup bulunmadığının araştırmak.
- 3) RFA değerleri ölçülmek suretiyle ONMİ'nin stabilizasyon değerinin; sadece çakma ve sökme sırasında değil, herhangi bir anda anlık olarak tespit edilip edilemeyeceğini araştırmaktır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Deneylerde Kullanılan Hayvanların Özellikleri

Araştırma, Tez İzleme Komitesi (TİK) üyesi olan Vet. Prof. Dr. Hasan Bilgili'nin danışmanlık ve gözetimi altında yürütülmüş olup deney hayvanları ve düzeneği onun önerileri ile şekillendirilmiştir. Araştırmada; 18 adet, 12 aylık erişkin, erkek Yeni Zelanda cinsi (*Oryctolagus Cuniculus* L.) tavşan kullanılmıştır. Deney öncesinde veteriner hekim tarafından sağlık kontrolü yapılan hayvanlar rastgele 6'şarlı olmak üzere 3 gruba ayrılmış ve 1 hafta karantinaya alınmıştır.

Çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için yapılan etik kurul başvurusu, Ankara Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nda 25.09.2013 tarihinde yapılan 2013-16 no'lu toplantıda 2013-100 dosya no'su ile görüşülmüş ve 2013-16-124 nolu karar ile söz konusu çalışma için izin verilmiştir. Etik kurul raporu ekte sunulmuştur. (Ek.1)

Deney hayvanları üzerinde çalışabilme hakkı ve yetkisi tanıyan sertifika, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Deneysel Araştırmalar Merkezi'nin (GÜDAM) 28.05.2013 - 07.06.2013 tarihleri arasında düzenlediği program neticesinde 2013/13/40 belge no ile temin edilmiştir. (Ek.2)

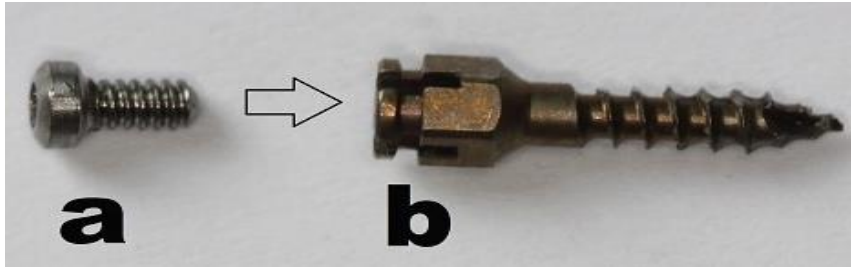
Tavşanlar sağlık ve standardizasyon açısından Sağlık Bakanlığı Hıfzı Sıhha kurumundan temin edilmiştir. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Hayvan Araştırmaları Laboratuvarı'nda 50x80x50 cm ebatlarında paslanmaz çelik kafeslere, her kafeste 2 tavşan olacak şekilde yerleştirilmişlerdir. Tüm hayvanlara yem ve suları sınırsız verilmiştir.

3.2. ONMİ'nin Özellikleri

Çalışmada Tasarım-Med (Eyüp, İstanbul) firmasından satın alınmış MTN-3 ticari isimli ONMİ'ler kullanılmıştır (Resim 3.1.). Bu ONMİ, self-drilling ve self-tapping özelliğe sahiptir. Ebatları 1.8 mm x 8 mm 'dir.

ONMİ'nin baş kısmı altıgen yapıdadır ve baş kısmında slot bulunmaktadır. MTN-3 tipi ONMİ'yi diğer ONMİ'lerden ayıran özelliği, vidanın baş kısmında bulunan

slotun yapısından kaynaklanmaktadır. Slotun ortasında bir vida yuvası bulunmaktadır. Bu özellik dental implantların yapısına benzer. Bu yuva sayesinde ONMİ üzerine, bir abutment ile kaynak veya lehime gerek kalmadan plak, başlık gibi yapılar tutturulabilmektedir.



Resim 3.1. MTN-3 Ortodontik Non-Osseointegre Mini-İmplant

3.3. İmplant Stabilite Ölçer Rezonans Frekans Analizi Cihazı

Yapılan deneyde çakılan ONMİ'lerin stabiliteleri, Rezonans Frekans Analizi ile de ölçülmüştür. Bu ölçüm "Osstell ISQ" (Osstell, Goteborg, İsveç) cihazı ile yapılmıştır (Resim 3.2). Bu cihazın özelliklerinden ve çalışma prensibinden genel bilgiler kısmında bahsedilmiştir (Başlık 2.4.). Çalışma öncesinde cihaz firmaya gönderilerek gerekli kalibrasyon ayarları yaptırılmıştır. Bu cihazlar yaptıkları ölçümü 0 ve 100 arasında bir değer olarak "Implant Stability Quotient- ISQ" cinsinden göstermektedirler. Aygıt dahili bir hafızaya sahiptir ve 400 ölçümün kaydını saklayabilmektedir.



Resim 3.2. Çalışmada kullanılan Osstell ISQ cihazı

3.4. SmartPeg

Osstell ISQ ile ölçüm yapabilmek için SmartPeg (Osstell, Goteborg, İsveç) isimli ek parçacıklara ihtiyaç duyulmaktadır.

Manyetik yapıları sayesinde Osstell ISQ cihazı ile etkileşime geçerek, bağlandıkları yapının stabilitesinin RFA analizi ile ISQ cinsinden belirlenmesini sağlamaktadırlar (Resim 3.3-3.5).

Dental implantlarda Osstell ISQ ile yapılan ölçümler genellikle operasyonun hemen sonrasında ve yüklemenin hemen öncesinde olacak şekilde en az iki kez uygulanmakta ve mukayese edilmektedir. Bu ölçümlerde standardizasyonu sağlamak amacıyla Osstell firması, piyasadaki çoğu dental implant markası için, abutment yuvasına tam olarak oturan, ayrı ayrı SmartPeg'ler üretmiştir.

Araştırma öncesinde MTN-3 tipi ONMİ, Osstell firmasına gönderilerek burada testlerden geçirilmiş ve Tip 50 SmartPeg'in MTN-3 ile uyumluluğu 28.08.2013 tarihli resmi rapor ile belgelenmiştir. Firma raporu ekte sunulmuştur (Ek.3).



Resim 3.3. MTN-3 ONMİ ve Tip-50 SmartPeg



Resim 3.4. SmartPeg'in ONMİ'ye montajı



Resim 3.5. SmartPeg'e manyetik titreşim gönderilmesi ve RFA sonucunun ISQ olarak ekrandan görüntülenmesi

3.5. Torkmetre

Çalışmada çakılan ONMİ'lerin çakma ve sökme tork değerleri Ncm cinsinden ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Bu ölçüm işlemi "FUTEK Miniature Screw Driver Sensor" (FUTEK, California, ABD) tipi sensörlü tornavida aracılığıyla gerçekleştirilmiştir (Resim 3.6.). Çalışmadan önce sensör firmaya gönderilmiş ve gerekli kalibrasyon ayarları yaptırılmıştır. Bu aygıtın ölçüm kapasitesi 100 in-oz ya da 70.6 N-cm'dir. Aygıt her 0.1 saniyede bir ölçülen veriyi bilgisayar hafızasına aktarabilmekte, 0.01 N-cm hassasiyetinde kayıt elde edebilmekte, hem saat yönünde hem ters yönünde kayıt alabilmektedir.

Torkmetre ile yapılan ölçümler FUTEK Sensit yazılımı aracılığıyla kaydedilmiştir. Program bilgisayara yüklendikten sonra sensör bilgisayara USB girişi vasıtasıyla bağlanmış ve FUTEK Sensit programı içerisindeki Data-Logging modu ile kayıtlar alınmıştır.

Çalışma öncesinde yapılan denemelerde sensörün boyunun çok kısa ve ince olması tutuş ergonomisi açısından yetersiz bulunmuştur. Ayrıca sensörün arkasındaki kablonun, yapılan çakma ve sökme esnasında kendi üzerine ya da sensör üzerine kıvrılarak, araştırmacıyı rahatsız ettiği ve bu kıvrılma sebebiyle çakma ya da sökme işleminin gittikçe zorlaşarak elde edilen verinin güvenilirliğini tehlikeye sokabileceği gözlenmiştir.

Dezavantajları önlemek amacıyla Tasarımmed (Eyüp, İstanbul) firması ile temasa geçilerek, sarmayı engelleyecek raşet benzeri bir mekanizma (cırcır mekanizması) ve sensörün içine yerleşeceği ergonomik, avuca oturan hafif bir kabza tasarlanmıştır (Resim 3.7.-3.10.). Takiben tekrarlanan denemeler çalışma aşamalarını kolaylaştırmış ve sensör için yaptırılan tornavida uygun bulunmuştur.



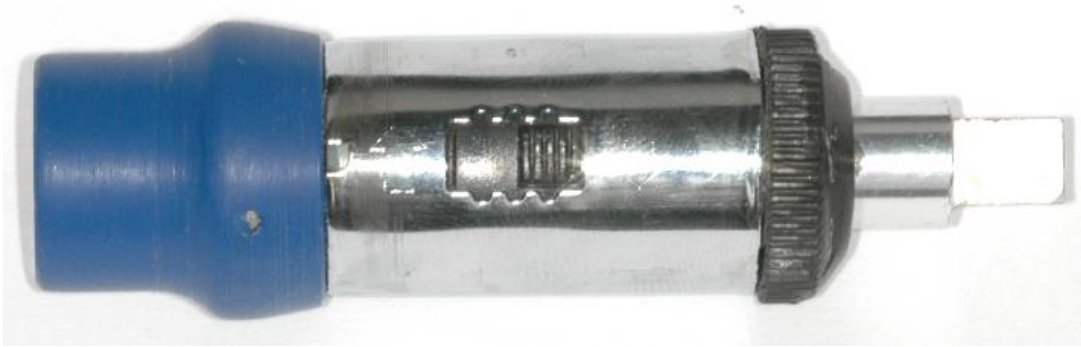
Resim 3.6. Futek Tork Sensörü



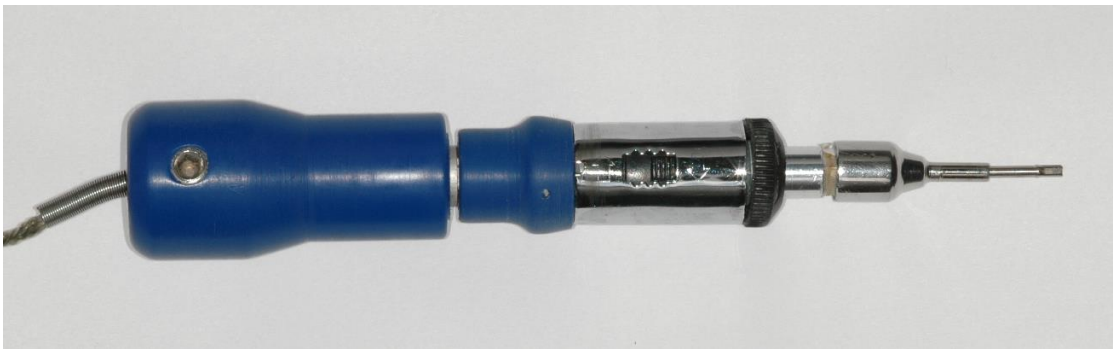
Resim 3.7. Tasarlanan kabza



Resim 3.8. Tasarlanan kabza



Resim 3.9. Raşet Mekanizması



Resim 3.10. İçinde dijital tork sensörü bulunan tornavida

3.6. Deney Düzenegi ve Yöntem

3.6.1. Çakma işlemleri

Çalışmada 18 adet, 12 aylık (erişkin) erkek tavşan her bir grupta 6 tavşan olacak şekilde 3 gruba ayrılmıştır. Ameliyat öncesinde her tavşanın sol bacağının tibia kemiği üzerindeki derisi elektrikli bir traş makinesi ile uygun şekilde traş edilmiş, yıkanmış ve dezenfekte edilmiştir. Tavşanlar, Rompun (Xylazine) ve Ketalar (Ketamin Hidroklorür) kullanılarak genel anesteziye alınmıştır. Bu amaçla kullanılan Xylazine + Ketamine dozu 2,5-10 + 20-40 mg/kg olarak ayarlanmış ve IM olarak önce Xylazine, takiben 5. dakikada Ketamine uygulanmıştır. Anestezik maddeler uygulandıktan sonra denekler 15 dakika karanlık ve sessiz bir odada anestezik maddenin tam olarak etki gösterebilmesi amacıyla bekletilmiştir. Takiben, tavşanlar ameliyat masasına sol bacaklarının ilgili yüzü rahatça görünebilecek şekilde tesbit edilmiş ve sadece operasyon bölgesini açıkta bırakan bir örtü üzerlerine örtülmüştür. Sonrasında sol tibianın medialinden bölgeye yaklaşmak için deri insizyonu yapılmış, takiben derialtı dokuları ve periost ayrılmış ve operasyon bölgesi ekspozite edilmiştir.

ONMİ'ler tibianın diafiz bölgesinin medialinden başlayarak aşağıya doğru 1. ve 2. mini-implantlar arasında 2 cm, 2. ve 3. mini implantlar arasında 1 cm, 3. ve 4. mini implantlar arasında 1 cm olacak şekilde, çakma torku monitörize edilerek torkmetre tornavidası ile çakılmıştır. İşlem sonrası SmartPeg'ler yerleştirilmiş ve Osstell ISQ cihazı ile RFA kayıtları her vidanın Kuzey-Güney, Doğu-Batı toplam 4 yönünden, her yönde ölçüm 3 kez arka arkaya aynı değeri gösterene dek alınmıştır. 1. ve 2. ONMİ'lerin arasına daha önceden tek tek kontrol edilerek 1 N (100 gr) kuvvet uyguladığı teyid edilen Ni-Ti kapalı yaylar (GAC International, Japan) ONMİ başlarına ligatüre edilerek kesi hattı 3-0 ipek rezorbe olmayan sütür ile uygun şekilde kapatılmış, tekrar dezenfekte edilmiştir.

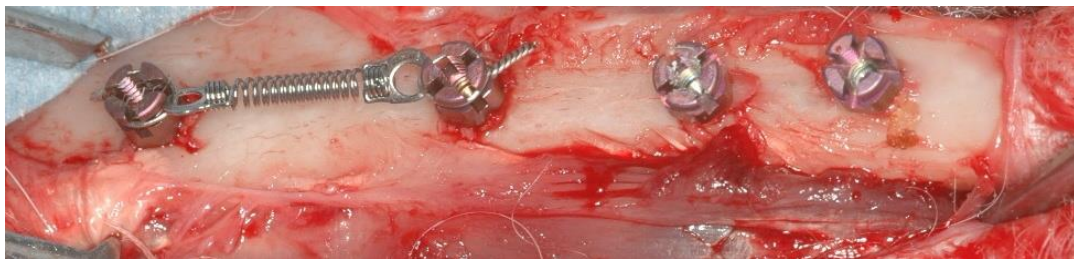
Tavşanlar, operasyon sonrası zengin besinle ad libitum olarak beslenmişler ve post-operatif 10 gün boyunca antibiyoterapi görmüşlerdir.

Araştırmamızda kullanılan 1.8 mm x 8 mm'lik 72 adet ONMİ'nin çakma RFA değerleri, sırasıyla batı-kuzey-güney-doğu yönlerinden ölçülmüş (Resim 3.11.), bu

dördünün ortalaması, ONMi'nin RFA değeri sayılmıştır. Yönlere göre yapılan RFA ölçümünün mukayesesi ileri bölümlerde yapılacaktır.



Resim 3.11. Operasyon sırasında yapılan RFA ölçümü



Resim 3.12. Operasyon bölgesi - kapatılmadan hemen önce

3.6.2 Sökme işlemleri

Çalışmadaki gruplar, 1.grup, 2.grup ve 3.grup olarak belirlenmiştir. 1. grup operasyondan (T0 - 0.Gün) 1 hafta sonra (T1 - 1.Hafta), 2. grup operasyondan 3 hafta sonra (T2 - 3.Hafta), 3. grup operasyondan 5 hafta sonra (T3 - 5.Hafta) tekrar opere edilmiştir. Operasyondaki anestezi ve bölgenin açılma yöntemi, ONMİ'leri çakma sırasındaki yöntem ile aynıdır.

Bölge açıldıktan sonra ligatürler kesilerek yay uzaklaştırılmış ve SmartPeg'ler ONMİ'lere yerleştirilerek, çakma işleminde olduğu gibi Kuzey-Güney, Doğu-Batı olmak üzere 4 yönden ve her yönden en az 3 kez aynı değer elde edilene kadar RFA ölçümü yapılmıştır. Sonrasında FUTEK tork sensörü ile sökme torku kaydedilerek ONMİ'ler sökülüştür. Tüm ONMİ'ler uzaklaştırıldıktan sonra operasyon bölgesi 3-0 ipek rezorbe olmayan sütur ile uygun şekilde kapatılmış ve tekrar dezenfekte edilmiştir (Resim 3.12.).

3.7. İstatistiksel Analiz

Verilerin analizi SPSS (Statistical Package for Social Science) for Windows 11.5 paket programında yapılmıştır. Sürekli sayısal değişkenlerin normal dağılıma uygun dağılım gösterip göstermediği Shapiro Wilk testiyle varyansların homojenliği ise Levene testiyle araştırılmıştır.

Zamanlar arasındaki farkların manidar olup olmadığı Kruskal Wallis testiyle incelenmiştir. Kruskal Wallis test istatistiği sonucunun anlamlı bulunması halinde Mann Whitney U testi kullanılarak farka neden olan durum veya durumlar tespit edilmiştir. Gözlem zamanları ve vida yönleri sabit tutulduğunda yüklü ve yüksüz vidalar arasında, ve vida türleri sabit tutulduğunda vida yönleri arasında medyan değerler yönünden farkın önemlilik derecesi Friedman testiyle incelenmiştir. Friedman test istatistiği sonucunun önemli bulunması halinde Wilcoxon İşaret Testi kullanılarak farka neden olan durum veya durumlar tespit edilmiştir. Sürekli sayısal değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkinin olup olmadığı Spearman'ın Korelasyon Testi kullanılarak araştırılmıştır.

Aksi belirtilmedikçe $p < 0.05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Ancak olası tüm çoklu karşılaştırmalarda Tip I hatayı kontrol edebilmek için Bonferroni Düzeltmesi yapılmıştır.

4. BULGULAR

Çizelge 4.1. Her Bir Tibiadaki Çakılış Sırasına Göre ONMİ'lerden 4 Farklı Zamanda Ölçülen TORK Değerleri Ortalamaları

TORK		TORK + ZAMAN			
		Çakma Torku(Ncm)	Sökme Torku(Ncm)	Sökme Torku(Ncm)	Sökme Torku(Ncm)
		T0 (0. Gün)	T1 (1. Hafta)	T2 (3. Hafta)	T3 (5.Hafta)
		(n=72)	(n=24)	(n=24)	(n=24)
		Ncm	Ncm	Ncm	Ncm
ONMİ'lerin TİBİADAKİ ÇAKILIŞ SIRASI	1. ONMİ (n=18)	16,13	-4,99	-2,35	-1,84
	2. ONMİ (n=18)	15,63	-4,96	-1,29	-1,93
	3. ONMİ (n=18)	15,67	-4,47	-1,51	-1,41
	4. ONMİ (n=18)	13,73	-4,26	-1,60	-1,22

Çizelge 4.2. Her Bir Tibiadaki Çakılış Sırasına Göre ONMİ'lerden 4 Pusula Yönüne Göre 4 Zamanda Ölçülmüş Olan RFA Değerleri Ortalamaları

				RFA + ZAMAN			
				Çakma RFA(ISQ)	Sökme RFA(ISQ)	Sökme RFA(ISQ)	Sökme RFA(ISQ)
				T0 (0. Gün)	T1 (1. Hafta)	T2 (3. Hafta)	T3 (5.Hafta)
				(n=72)	(n=24)	(n=24)	(n=24)
				ISQ	ISQ	ISQ	ISQ
ONMİ + PUSULA YÖNÜ	1. ONMİ	(n=18)	Batı	24,33	21,00	28,50	21,67
			Kuzey	24,94	22,83	29,83	24,33
			Doğu	24,39	20,17	28,67	22,33
			Güney	26,00	25,83	31,33	23,50
	2. ONMİ	(n=18)	Batı	31,11	28,67	32,50	30,33
			Kuzey	31,17	25,83	36,17	28,67
			Doğu	30,39	29,33	32,50	32,00
			Güney	31,33	33,67	38,83	32,67
	3. ONMİ	(n=18)	Batı	28,39	30,50	32,33	29,17
			Kuzey	29,94	33,33	35,00	30,67
			Doğu	28,72	30,67	32,33	30,17
			Güney	30,61	32,83	34,67	31,67
	4. ONMİ	(n=18)	Batı	30,61	32,00	33,33	22,00
			Kuzey	29,78	36,00	36,83	24,50
			Doğu	30,50	32,33	33,83	21,17
			Güney	31,78	35,67	36,00	23,00

Çizelge 4.1.'de yer alan T1(1.Hafta), T2(3.Hafta) ve T3(5.Hafta)te sökülen ONMİ'lerin sökme torku değerleri ve sökme RFA değerleri ile kendi özgün T0(0.Gün) çakma torku değerleri ve çakma RFA değerleri eşleştirilmiştir. Korelasyonlar ancak bu değerler arasında yapılmıştır.

Çizelge 4.2.'de yer alan T1(1.Hafta), T2(3.Hafta) ve T3(5.Hafta) te sökülen ONMİ'lerin RFA değerleri ile kendi özgün T0(0.Gün) RFA değerleri eşleştirilmiştir. Korelasyonlar ancak bu değerler arasında yapılmıştır.

Yani o ONMİ'lerin T1(1.Hafta) de değerleri ile kendi T0(0.Gün) değerleri, T2(3.Hafta) değerleri ile T0(0.Gün) değerleri, T3(5.Hafta) değerleri ile T0(0.Gün) değerleri arasındaki korelasyonlara bakılmıştır.

RFA değerleri (ISQ) ve tork değerleri (Ncm) birim bakımından farklı olduğu için aralarındaki farka bakılamamıştır.

Çakma torku değeri ile sökme torku değeri birim bakımından aynı cins olmalarına rağmen (Ncm), özgün değer olarak farklı durumları ifade etmektedirler; bu sebeple aralarındaki farka bakılamamıştır. Yani; T1 (1.Hafta), T2(3.Hafta) ve T3(5.Hafta) sökme torku değerleri arasında farklara bakılabilmektedir.

RFA değerlerinin ise T0(0.Gün), T1(1.Hafta), T2(3.Hafta) ve T3(5.Hafta) olmak üzere tamamı arasında farklara bakılabilmektedir.

Çizelge 4.3. T0 (0. Gün), T1 (1. HAFTA), T2(3. hafta), T3(5. Hafta) Anlarında Yüklü ONMİ'lerin 4 Pusula Yönüne Ait RFA Değerleri ile Yüksüz ONMİ'lerin 4 Pusula Yönüne Ait RFA Değerleri Arasındaki Farklar

		ZAMAN			
		T0(0.Gün)	T1(1.Hafta)	T2(3.Hafta)	T3(5.Hafta)
YÖNLER	Batı (Yüksüz)	p = 0.539	p = 0.157	p = 0.436	p = 0.977
	Batı (Yüklü)				
	Kuzey(Yüksüz)	p = 0.485	p = 0.061	p = 0.341	p = 0.326
	Kuzey (Yüklü)				
	Doğu (Yüksüz)	p = 0.305	p = 0.083	p = 0.341	p = 0.686
	Doğu (Yüklü)				
	Güney (Yüksüz)	p = 0.468	p = 0.157	p = 0.862	p = 0.954
	Güney (Yüklü)				

4.1. Yüklü ve Yüksüz ONMİ'lerin 4 Pusula Yönünde Ölçülen RFA Değerlerinin Tüm Zamanlarda Birbirlerine Göre Farkları (Çizelge 4.3.)

Her bir ONMİ'ye, çakıldıktan hemen sonra ve sökölmeden hemen önce 4 pusula yönünde RFA ölçümü yapılmıştır. Ölçümler sırasıyla tibia kemiğinin medialinden (batı), superiorundan (kuzey), distalinden (doğu) ve inferiorundan (güney) yapılmıştır.

Yüksüz ONMİ'lerin batı yönünden ölçülen T0(0.gün) çakma RFA değerleri ile yüklü ONMİ'lerin batı yönünden ölçülen T0(0.gün) çakma RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur ($p=.539<.05$).

Yüksüz ONMİ'lerin kuzey yönünden ölçülen T0(0.gün) çakma RFA değerleri ile yüklü ONMİ'lerin kuzey yönünden ölçülen T0(0.gün) çakma RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur ($p=.485<.05$).

Yüksüz ONMİ'lerin doğu yönünden ölçülen T0(0.gün) çakma RFA değerleri ile yüklü ONMİ'lerin doğu yönünden ölçülen T0(0.gün) çakma RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur ($p=.305<.05$).

Yüksüz ONMİ'lerin güney yönünden ölçülen T0(0.gün) çakma RFA değerleri ile yüklü ONMİ'lerin güney yönünden ölçülen T0(0.gün) çakma RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur ($p=.468<.05$).

Yüksüz ONMİ'lerin batı yönünden ölçülen T1(1.Hafta) sökme RFA değerleri ile yüklü ONMİ'lerin batı yönünden ölçülen T1(1.Hafta) sökme RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur ($p=.157<.05$).

Yüksüz ONMİ'lerin kuzey yönünden ölçülen T1(1.Hafta) sökme RFA değerleri ile yüklü ONMİ'lerin kuzey yönünden ölçülen T1(1.Hafta) sökme RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur ($p=.061<.05$).

Yüksüz ONMİ'lerin doğu yönünden ölçülen T1(1.Hafta) sökme RFA değerleri ile yüklü ONMİ'lerin doğu yönünden ölçülen T1(1.Hafta) sökme RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur ($p=.083<.05$).

Yüksüz ONMİ'lerin güney yönünden ölçülen T1(1.Hafta) sökme RFA değerleri ile yüklü ONMİ'lerin güney yönünden ölçülen T1(1.Hafta) sökme RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur ($p=.157<.05$).

Yüksüz ONMİ'lerin batı yönünden ölçülen T2(3.Hafta) sökme RFA değerleri ile yüklü ONMİ'lerin batı yönünden ölçülen T2(3.Hafta) sökme RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur ($p=.436<.05$).

Yüksüz ONMİ'lerin kuzey yönünden ölçülen T2(3.Hafta) sökme RFA değerleri ile yüklü ONMİ'lerin kuzey yönünden ölçülen T2(3.Hafta) sökme RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur ($p=.341<.05$).

Yüksüz ONMİ'lerin doğu yönünden ölçülen T2(3.Hafta) sökme RFA değerleri ile yüklü ONMİ'lerin doğu yönünden ölçülen T2(3.Hafta) sökme RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur ($p=.341<.05$).

Yüksüz ONMİ'lerin güney yönünden ölçülen T2(3.Hafta) sökme RFA değerleri ile yüklü ONMİ'lerin güney yönünden ölçülen T2(3.Hafta) sökme RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur ($p=.862<.05$).

Yüksüz ONMİ'lerin batı yönünden ölçülen T3(5.Hafta) sökme RFA değerleri ile yüklü ONMİ'lerin batı yönünden ölçülen T3(5.Hafta) sökme RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur ($p=.977<.05$).

Yüksüz ONMİ'lerin kuzey yönünden ölçülen T3(5.Hafta) sökme RFA değerleri ile yüklü ONMİ'lerin kuzey yönünden ölçülen T3(5.Hafta) sökme RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur ($p=.326<.05$).

Yüksüz ONMİ'lerin doğu yönünden ölçülen T3(5.Hafta) sökme RFA değerleri ile yüklü ONMİ'lerin doğu yönünden ölçülen T3(5.Hafta) sökme RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur ($p=.686<.05$).

Yüksüz ONMİ'lerin güney yönünden ölçülen T3(5.Hafta) sökme RFA değerleri ile yüklü ONMİ'lerin güney yönünden ölçülen T3(5.Hafta) sökme RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur ($p=.954<.05$).

Çizelge 4.4. Farklı Anda 4 Pusula Yönünden Ölçülmüş Olan RFA Değerlerinin Birbirlerinden Farkları

		ZAMAN			
		T0(0.Gün)	T1(1.Hafta)	T2(3.Hafta)	T3(5.Hafta)
YÖNLER	BATI	30.37 (4.29)	28.04 (4.70)	31.67 (3.16)	25.79 (6.04)
	KUZEY	29.38 (5.85)	29.50 (7.19)	34.46 (3.70)	27.04 (6.39)
	DOĞU	19.17 (3.54)	28.12 (4.31)	31.83 (3.62)	26.42 (6.00)
	GÜNEY	31.08 (4.65)	32.00 (4.88)	35.21 (2.03)	27.71 (6.54)
	ANLAMLILIK	p = 0.773	p = 0.120	p = 0.012*	p=0.410

* Gruplar arasında manidar fark çıktığında, grupların ikili karşılaştırmalarında Bonferroni düzeltmesi temel alındı. Dört grup karşılaştırmada $(4,2)=4 \times 3 \times 2! / 1 \times 2 \times 2! = 4 \times 3 / 2 = 6$ karşılaştırma olduğu için $p=(.05)/6$ yani $p=.0083$ olarak alınmıştır. Bu doğrultuda bu fark manidar değildir.

4.2. Dört Pusula Yönüne Göre Ölçülen RFA Değerlerinin T0(0. Gün), T1(1.Hafta), T2(3. Hafta) ve T3(5. Hafta) Anlarındaki Birbirine Göre Farkları (Çizelge 4.4.)

T0(0.Gün) anında tüm ONMİ'lerin batı-kuzey-doğu-güney yönlerinden ölçülen RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.773<.0083$).

T1(1.Hafta) anında tüm ONMİ'lerin batı-kuzey-doğu-güney yönlerinden ölçülen RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.120<.0083$).

T2(3.Hafta) anında tüm ONMİ'lerin batı-kuzey-doğu-güney yönlerinden ölçülen RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.012<.0083$).

T3(5.Hafta) anında tüm ONMİ'lerin batı-kuzey-doğu-güney yönlerinden ölçülen RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.410<.0083$).

Çizelge 4.5. Her Bir ONMİ'den Pusula Yönüne Göre Ölçülmüş Olan Çakma RFA ve Sökme RFA Değerlerinin Haftalara Göre Değişiminin Korelasyonu

KORELASYON TABLOSU			
		T0 (0. Gün)	
Zaman	PUSULA YÖNÜ	Katsayı	Anlamlılık
T1 (1. Hafta)	Batı (n=72)	.477	(p=.180)
	Kuzey (n=72)	.167	(p=.436)
	Doğu (n=72)	.415	(p=.440)
	Güney (n=72)	.323	(p=.123)
	T1 ORTALAMA (B+K+D+G)	.356	(p=.088)
T2 (3. Hafta)	Batı (n=72)	.437	(p=.033)
	Kuzey (n=72)	.319	(p=.128)
	Doğu (n=72)	.457	(p=.025)
	Güney (n=72)	.101	(p=.638)
	T2 ORTALAMA (B+K+D+G)	.422	(P=.040)
T3 (5. Hafta)	Batı (n=72)	.229	(p=.282)
	Kuzey (n=72)	.216	(p=.216)
	Doğu (n=72)	.239	(p=.262)
	Güney (n=72)	.109	(p=.613)
	ORTALAMA (B+K+D+G)	.178	(p=.406)

4.3. Dört Pusula Yönüne Göre Ölçülmüş Olan RFA Değerlerinin Zaman İçinde Değişimlerinin Karşılaştırılması

4.3.1. Korelasyonlar (Çizelge 4.5)

1. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin batı (medial) yüzünden ölçülmüş olan T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin batı(medial) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.180>.05$).

1. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin kuzey (superior) yüzünden ölçülmüş olan T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin kuzey(superior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.436>.05$).

1. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin doğu (distal) yüzünden ölçülmüş olan T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin doğu(distal) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.440>.05$).

1. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin güney (inferior) yüzünden ölçülmüş olan T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin güney(inferior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.123>.05$).

1. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin T0(0.gün) çakma RFA değerleri ile sökme RFA değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.088>.05$).

3. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin batı (medial) yüzünden ölçülmüş olan T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin batı(medial) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında 437 seviyesinde pozitif korelasyon mevcuttur ($p=.033<.05$).

3. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin kuzey (superior) yüzünden ölçülmüş olan T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin kuzey (superior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.128>.05$).

3. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin doğu (distal) yüzünden ölçülmüş olan T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin doğu(distal) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında.457 seviyesinde pozitif korelasyon mevcuttur ($p=.025<.05$).

3. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin güney (inferior) yüzünden ölçülmüş olan T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin güney (inferior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.638>.05$).

3. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve sökme RFA değerleri arasında.422 düzeyinde pozitif korelasyon vardır ($p=.040>.05$).

5. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin batı (medial) yüzünden ölçülmüş olan T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin batı(medial) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.282>.05$).

5. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin kuzey (superior) yüzünden ölçülmüş olan T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin kuzey(superior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.216>.05$).

5. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin doğu (distal) yüzünden ölçülmüş olan T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin doğu(distal) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.262>.05$).

5. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin güney(inferior) yüzünden ölçülmüş olan T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin güney(inferior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.613>.05$).

5. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin T0(0.gün) çakma RFA değerleri ile sökme RFA değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.406>.05$).

Çizelge 4.6. Her Bir ONMİ'den Pusula Yönüne Göre Ölçülmüş Olan Çakma RFA ve Sökme RFA Değerlerinin Haftalara Göre Farkları

FARK TABLOSU		T0 (0. Gün)	T1 (1. Hafta)	T2 (3. Hafta)
T1 (1. Hafta)	Batı (n=72)	$p=.305$		
	Kuzey (n=72)	$p=.862$		
	Doğu (n=72)	$p=.428$		
	Güney (n=72)	$p=.444$		
	T1 ORTALAMA (B+K+D+G)	$p=.889$		
T2 (3. Hafta)	Batı (n=72)	$p=.000$	$p=.126$	
	Kuzey (n=72)	$p=.001$	$p=.890$	
	Doğu (n=72)	$p=.000$	$p=.116$	
	Güney (n=72)	$p=.002$	$p=.192$	
	T2 ORTALAMA (B+K+D+G)	$p=.000$	$p=.122$	
T3 (5. Hafta)	Batı (n=72)	$p=.131$	$p=.193$	$p=.019$
	Kuzey (n=72)	$p=.313$	$p=.361$	$p=.004$
	Doğu (n=72)	$p=.101$	$p=.360$	$p=.035$
	Güney (n=72)	$p=.457$	$p=.085$	$p=.010$
	T3 ORTALAMA (B+K+D+G)	$p=.194$	$p=.372$	$p=.015$

4.3.2. Farklar (Çizelge 4.6.)

1. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin batı (medial) yüzünden ölçülmüş olan çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin batı (medial) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.305>.05$).

1. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin kuzey (superior) yüzünden ölçülmüş olan çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin kuzey (superior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.862>.05$).

1. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin doğu (distal) yüzünden ölçülmüş olan çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin doğu (distal) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.428>.05$).

1. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin güney (inferior) yüzünden ölçülmüş olan çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin güney (inferior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.889>.05$).

3. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin batı (medial) yüzünden ölçülmüş olan çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin batı (medial) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark vardır ($p=.000<.05$).

3. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin kuzey (superior) yüzünden ölçülmüş olan çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin kuzey (superior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark vardır. ($p=.001<.05$)

3. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin doğu (distal) yüzünden ölçülmüş olan çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin doğu (distal) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark vardır ($p=.002<.05$).

3. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin güney (inferior) yüzünden ölçülmüş olan çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin güney (inferior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark vardır ($p=.000<.05$).

5. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin batı (medial) yüzünden ölçülmüş olan çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin batı (medial) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.131>.05$).

5. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin kuzey (superior) yüzünden ölçülmüş olan çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin kuzey (superior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.313>.05$).

5. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin doğu (distal) yüzünden ölçülmüş olan çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin doğu (distal) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.101>.05$).

5. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin güney (inferior) yüzünden ölçülmüş olan çakma RFA değerleri ve yine bu ONMİ'lerin güney (inferior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.457>.05$).

1. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin batı (medial) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri ve 3.Haftada sökülen 24 ONMİ'nin batı (medial) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.126>.05$).

1. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin kuzey (superior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri ve 3.Haftada sökülen 24 ONMİ'nin kuzey (superior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.890>.05$).

1. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin doğu (distal) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri ve 3.Haftada sökülen 24 ONMİ'nin doğu (distal) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.116>.05$).

1. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin güney (inferior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri ve 3. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin güney (inferior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.192>.05$).

1. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin batı (medial) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri ve 5. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin batı (medial) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.193>.05$).

1. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin kuzey (superior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri ve 5. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin kuzey (superior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.361>.05$).

1. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin doğu (distal) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri ve 5.Haftada sökülen 24 ONMİ'nin doğu (distal) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.360>.05$).

1. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin güney (inferior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri ve 5.Haftada sökülen 24 ONMİ'nin güney (inferior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.085>.05$).

3. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin batı (medial) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri ve 5. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin batı (medial) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark vardır ($p=.019<.05$).

3. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin kuzey (superior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri ve 5. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin kuzey (superior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark vardır ($p=.004<.05$).

3. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin doğu (distal) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri ve 5. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin doğu (distal) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark vardır ($p=.035<.05$).

3. Haftada sökülen 24 ONMİ'nin güney (inferior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri ve 5.Haftada sökülen 24 ONMİ'nin güney (inferior) yüzünden ölçülmüş olan sökme RFA değerleri arasında manidar fark vardır ($p=.010<.05$).

Çizelge 4.7. Yüksüz ONMİ'lerden (3. ve 4. ONMİ'ler) 4 pusula yönünde ölçülmüş olan RFA değerlerinin ortalamalarının 4 farklı zamanda birbirine göre farkları

YÜKSÜZ ONMİ'LERİN RFA DEĞERLERİNİN ZAMANA GÖRE FARKLARININ ANLAMLILIK DÜZEYLERİ	T0 (0. Gün)	T1 (1. Hafta)	T2 (3. Hafta)
T1 (1. Hafta)	$p=.327$		
T2 (3. Hafta)	***	$p=.603$	
T3 (5.Hafta)	$p=.289$	$p=.149$	**

*= $p<0.05$

**= $p<0.01$

***= $p<0.000$

Çizelge 4.8. Yüklü ONMİ'lerden (1. ve 2. ONMİ'ler) 4 pusula yönünde ölçülmüş olan RFA değerlerinin ortalamalarının 4 farklı zamanda birbirine göre farkları

YÜKLÜ ONMİ'LERİN RFA DEĞERLERİNİN ZAMANA GÖRE FARKLARININ ANLAMLILIK DÜZEYLERİ	T0 (0. Gün)	T1 (1. Hafta)	T2 (3. Hafta)
T1 (1. Hafta)	p=.208		
T2 (3. Hafta)	***	p=.078	
T3 (5.Hafta)	p=.435	p=.507	p=.119

*= p<0.05
 **= p<0.01
 ***= p<0.000

Çizelge 4.9. Yüklü ONMİ'lerden (1. ve 2. ONMİ'ler) ve Yüksüz ONMİ'lerden (3. ve 4. ONMİ'ler) ölçülmüş olan RFA değerlerinin ortalamalarının 4 farklı zamanda birbirine göre farkları

RFA			RFA + ZAMAN			
			Çakma RFA(ISQ)	Sökme RFA(ISQ)	Sökme RFA(ISQ)	Sökme RFA(ISQ)
			T0 (0. Gün)	T1 (1. Hafta)	T2 (3. Hafta)	T3 (5.Hafta)
			(n=36)	(n=12)	(n=12)	(n=12)
Yüklü ONMİ'ler	(1. ve 2. ONMİ'ler) (yük= 1N)	(n=36)	27,96	25,92	32,29	26,94
Yüksüz ONMİ'ler	(3. ve 4. ONMİ'ler)	(n=36)	30,04	32,92	34,29	26,54
Anlamlılık Düzeyi			p=.411>.05	p=.004<.05	p=.551>.05	p=.755>.05

4.4. RFA Farkları

Her bir tavşanın sol tibia kemiğine çakılan 4 adet ONMİ, superiordan inferiora doğru, 1. ONMİ, 2. ONMİ, 3. ONMİ ve 4. ONMİ olarak numaralandırılmıştır. Yüklü ONMİ'ler 1. ONMİ ve 2. ONMİ'ler, Yüksüz ONMİ'ler 3. ONMİ ve 4. ONMİ'lerdir.

T0(0.gün) çakma RFA değeri olarak, çakıldıktan hemen sonra ONMİ nin 4 pusula yönünden ölçülmüş olan 4 adet RFA değerinin ortalaması alınmıştır.

1. hafta, 3.hafta ve 5.haftanın sonunda; her bir ONMİ için; Sökme RFA değeri olarak, sökmeden önce ONMİ nin 4 pusula yönünden ölçülmüş olan 4 adet RFA değerinin ortalaması alınmıştır

4.4.1. Yüksüz ONMİ'lerin sökme RFA değerlerinin zaman içinde değişimlerinin karşılaştırılması (Çizelge 4.7.)

1. Haftada sökülen tüm yüksüz ONMİ'lerin T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve aynı ONMİ'lerin sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.327>.05$).

3. Haftada sökülen tüm yüksüz ONMİ'lerin T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve aynı ONMİ'lerin sökme RFA değerleri arasında manidar fark vardır. ($p=.000<.05$)

5. Haftada sökülen tüm yüksüz ONMİ'lerin T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve aynı ONMİ'lerin sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur. ($p=.289>.05$)

3. Haftada sökülen tüm yüksüz ONMİ'lerin sökme RFA değerleri ve 1.Haftada sökülen tüm yüksüz ONMİ'lerin sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.603>.05$).

5. Haftada sökülen tüm yüksüz ONMİ'lerin sökme RFA değerleri ve 1.Haftada sökülen tüm yüksüz ONMİ'lerin sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.149>.05$).

5. Haftada sökülen tüm yüksüz ONMİ'lerin sökme RFA değerleri ve 3.Haftada sökülen tüm yüksüz ONMİ'lerin sökme RFA değerleri arasında manidar fark vardır ($p=.002<.05$).

4.4.2. Yüklü ONMİ'lerin sökme RFA değerlerinin zaman içinde değişimlerinin karşılaştırılması (Çizelge 4.8.)

1. Haftada sökülen tüm yüklü ONMİ'lerin T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve aynı ONMİ'lerin sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.208>.05$).

3. Haftada sökülen tüm yüklü ONMİ'lerin T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve aynı ONMİ'lerin sökme RFA değerleri arasında manidar fark vardır ($p=.000<.05$).

5. Haftada sökülen tüm yüklü ONMİ'lerin T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve aynı ONMİ'lerin sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.435>.05$).

3. Haftada sökülen tüm yüklü ONMİ'lerin sökme RFA değerleri ve 1.Haftada sökülen tüm yüklü ONMİ'lerin sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.078>.05$).

5. Haftada sökülen tüm yüklü ONMİ'lerin sökme RFA değerleri ve 1.Haftada sökülen tüm yüklü ONMİ'lerin sökme RFA deerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.507>.05$).

5. Haftada sökülen tüm yüklü ONMİ'lerin sökme RFA değerleri ve 3.Haftada sökülen tüm yüklü ONMİ'lerin sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.119>.05$).

4.4.3. Yüklü ONMİ'lerden ve yüksüz ONMİ'lerden ölçülen RFA değerlerinin zaman içinde değişimlerinin beraber karşılaştırılması (Çizelge 4.9.)

Tüm yüklü ONMİ'lerin T0(0.gün) çakma ISQ değerleri ve tüm yüksüz ONMİ'lerin T0(0.gün) çakma ISQ değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.411>.05$).

1. Haftada sökülen tüm yüklü ONMİ'lerin sökme RFA değerleri ve 1.Haftada sökülen tüm yüksüz ONMİ'lerin sökme RFA değerleri arasında manidar fark vardır ($p=.004<.05$).

3. Haftada sökülen tüm yüklü ONMİ'lerin sökme RFA değerleri ve 3.Haftada sökülen tüm yüksüz ONMİ'lerin sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.551>.05$).

5. Haftada sökülen tüm yüklü ONMİ'lerin sökme RFA değerleri ve 5.Haftada sökülen tüm yüksüz ONMİ'lerin sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.755>.05$).

Çizelge 4.10. Yüksüz ONMİ'lerden (3. ve 4. ONMİ'ler) ölçülmüş olan sökme torku değerlerinin 3 farklı zamanda birbirine göre farkları

YÜKSÜZ ONMİ'LERİN TORK DEĞERLERİNİN ZAMANA GÖRE FARKLARININ ANLAMLILIK DÜZEYLERİ	T1 (1. Hafta)	T2 (3. Hafta)
T2 (3. Hafta)	***	
T3 (5.Hafta)	***	p=.624

*= p<0.05
 **= p<0.01
 ***= p<0.000

Çizelge 4.11. Yüklü ONMİ'lerden (3. ve 4. ONMİ'ler) ölçülmüş olan sökme torku değerlerinin 3 farklı zamanda birbirine göre farkları

YÜKLÜ ONMİ'LERİN TORK DEĞERLERİNİN ZAMANA GÖRE FARKLARININ ANLAMLILIK DÜZEYLERİ	T1 (1. Hafta)	T2 (3. Hafta)
T2 (3. Hafta)	***	
T3 (5.Hafta)	***	p=.488

*= p<0.05
 **= p<0.01
 ***= p<0.000

Çizelge 4.12. Yüklü ONMİ'lerden (1. ve 2. ONMİ'ler) ve Yüksüz ONMİ'lerden(3. ve 4. ONMİ'ler) ölçülmüş olan Tork değerlerinin ortalamalarının 4 farklı zamanda birbirine göre farkları

TORK			TORK + ZAMAN			
			Çakma Torku(Ncm)	Sökme Torku(Ncm)	Sökme Torku(Ncm)	Sökme Torku(Ncm)
			T0 (0. Gün)	T1 (1. Hafta)	T2 (3. Hafta)	T3 (5.Hafta)
			(n=36)	(n=12)	(n=12)	(n=12)
Yüklü ONMİ'ler	(1. ve 2. ONMİ'ler) (yük= 1N)	(n=36)	14,54	-4,98	-1,82	-1,89
Yüksüz ONMİ'ler	(3. ve 4. ONMİ'ler)	(n=36)	14,70	-4,45	-1,55	-1,32
Anlamlılık Düzeyi			p=.870>.05	p=.525>.05	p=.419>.05	p=.603>.05

4.5. Tork Farkları

ONMİ ler çıkılırken; her bir ONMİ için T0(0.gün) çakma torku değeri olarak çakma sırasında ölçülen maksimum tork değeri alınmıştır.

1. hafta, 3. hafta ve 5.haftanın sonunda; Sökme torku değeri olarak sökme sırasında ölçülen minimum tork değeri, alınmıştır.

4.5.1. Yüksüz ONMİ'lerin sökme torku değerlerinin zaman içinde değişimlerinin karşılaştırılması (Çizelge 4.10.)

1. Haftada sökülen tüm yüksüz ONMİ'lerin sökme torku değerleri ve 3.Haftada sökülen tüm yüksüz ONMİ'lerin sökme torku değerleri arasında manidar fark vardır ($p=.000<.05$).

1. Haftada sökülen tüm yüksüz ONMİ'lerin sökme torku değerleri ve 5.Haftada sökülen tüm yüksüz ONMİ'lerin sökme torku değerleri arasında manidar fark vardır ($p=.000<.05$).

3. Haftada sökülen tüm yüksüz ONMİ'lerin sökme torku değerleri ve 5.Haftada sökülen tüm yüksüz ONMİ'lerin sökme torku değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.624>.05$).

4.5.2. Yüklü ONMİ'lerden ölçülen sökme torku değerlerinin zaman içinde değişimlerinin karşılaştırılması (Çizelge 4.11)

1. Haftada sökülen tüm yüklü ONMİ'lerin sökme torku değerleri ve 3.Haftada sökülen tüm yüklü ONMİ'lerin sökme torku değerleri arasında manidar fark vardır ($p=.000<.05$).

1. Haftada sökülen tüm yüklü ONMİ'lerin sökme torku değerleri ve 5.Haftada sökülen tüm yüklü ONMİ'lerin sökme torku değerleri arasında manidar fark vardır ($p=.000<.05$).

3. Haftada sökülen tüm yüklü ONMİ'lerin sökme torku değerleri ve 5.Haftada sökülen tüm yüklü ONMİ'lerin sökme torku değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.488>.05$).

4.5.3. Yüklü ONMİ'lerden ve yüksüz ONMİ'lerden ölçülen tork değerlerinin zaman içinde değişimlerinin beraber karşılaştırılması (Çizelge 4.12)

Tüm yüklü ONMİ'lerin T0(0.gün) çakma torku değerleri ve tüm yüksüz ONMİ'lerin T0(0.gün) çakma torku değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.870>.05$).

1. Haftada sökülen tüm yüklü ONMİ'lerin sökme torku değerleri ve 1.Haftada sökülen tüm yüksüz ONMİ'lerin sökme torku değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.551>.05$).

3. Haftada sökülen tüm yüklü ONMİ'lerin sökme torku değerleri ve 3.Haftada sökülen tüm yüksüz ONMİ'lerin sökme torku değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.443>.05$).

5. Haftada sökülen tüm yüklü ONMİ'lerin sökme torku değerleri ve 5.Haftada sökülen tüm yüksüz ONMİ'lerin sökme torku değerleri arasında manidar fark yoktur ($p=.630>.05$).

Çizelge 4.13. Her bir ONMİ'den çakarken ve sökerken ölçülen tork değerlerinin diğer bulgular ile arasındaki korelasyonlar

				TORK+ ZAMAN			
				T0 (0. Gün)	T1 (1. Hafta)	T2 (3. Hafta)	T3 (5. Hafta)
				n=72	n=24	n=24	n=24
				Çakma Torku	Sökme Torku	Sökme Torku	Sökme Torku
T0 (0. Gün)	n=72	Çakma Torku	Korelasyon				
		Çakma RFA	Korelasyon	.260 ($p=.028$)			
T1 (1. Hafta)	n=24	Sökme Torku	Korelasyon	-.138 ($p=.519$)			
		Sökme RFA	Korelasyon	-.050 ($p=.816$)	-.068 ($p=.751$)		

Çizelge 4.13 (Devam). Her bir ONMİ'den çıkarken ve sökerken ölçülen tork değerlerinin diğer bulgular ile arasındaki korelasyonlar

T2 (3. Hafta)	n=24	Sökme Torku	Korelasyon	-.287 (p=.175)			
		Sökme RFA	Korelasyon	-.076 (p=.725)		.149 (p=.486)	
T3 (5.Hafta)	n=24	Sökme Torku	Korelasyon	-.434 (p=.034)			
		Sökme RFA	Korelasyon	.336 (p=.108)			-.335 (p=.110)

Çizelge 4.14. Her bir ONMİ'den çıktıktan hemen sonra ve sökmeden hemen önce ölçülen RFA değerlerinin diğer bulgular ile arasındaki korelasyonlar

				RFA+ZAMAN			
				T0 (0. Gün)	T1 (1.Hafta)	T2 (3. Hafta)	T3 (5. Hafta)
				n=72	n=24	n=24	n=24
				Çakma RFA	Sökme RFA	Sökme RFA	Sökme RFA
T0 (0. Gün)	n=72	Çakma Torku	Korelasyon				
		Çakma RFA	Korelasyon				
T1 (1. Hafta)	n=24	Sökme Torku	Korelasyon	.035 (p=.872)			
		Sökme RFA	Korelasyon	.356 (p=.088)			
T2 (3. Hafta)	n=24	Sökme Torku	Korelasyon	-.341 (p=.103)			
		Sökme RFA	Korelasyon	.422 (p=.040)			
T3 (5.Hafta)	n=24	Sökme Torku	Korelasyon	-.252 (p=.235)			
		Sökme RFA	Korelasyon	.178 (p=.406)			

Çizelge 4.15. Her bir ONMI'den çıkarken ve sökerken ölçülen tork değerlerinin diğer bulgular ile arasındaki farklar

				TORK+ZAMAN			
				T0 (0. Gün)	T1 (1. Hafta)	T2 (3. Hafta)	T3 (5. Hafta)
				n=72	n=24	n=24	n=24
				Çakma Torku	Sökme Torku	Sökme Torku	Sökme Torku
T0 (0. Gün)	n=72	Çakma Torku	Fark				
T0 (0. Gün)	n=72	Çakma RFA	Fark				
T1 (1. Hafta)	n=24	Sökme Torku	Fark				
T1 (1. Hafta)	n=24	Sökme RFA	Fark				
T2 (3. Hafta)	n=24	Sökme Torku	Fark		p=.000		
T2 (3. Hafta)	n=24	Sökme RFA	Fark				
T3 (5.Hafta)	n=24	Sökme Torku	Fark		p=.000	p=.612	
T3 (5.Hafta)	n=24	Sökme RFA	Fark				

Çizelge 4.16. Her bir ONMİ'den çıktıktan hemen sonra ve sökmeden hemen önce ölçülen RFA değerlerinin diğer bulgular ile arasındaki farklar

				RFA + ZAMAN			
				T0 (0. Gün)	T1 (1. Hafta)	T2 (3. Hafta)	T3 (5. Hafta)
				n=72	n=24	n=24	n=24
				Çakma RFA	Sökme RFA	Sökme RFA	Sökme RFA
T0 (0. Gün)	n=72	Çakma Torku	Fark				
T0 (0. Gün)	n=72	Çakma RFA	Fark				
T1 (1. Hafta)	n=24	Sökme Torku	Fark				
T1 (1. Hafta)	n=24	Sökme RFA	Fark	p=.889			
T2 (3. Hafta)	n=24	Sökme Torku	Fark				
T2 (3. Hafta)	n=24	Sökme RFA	Fark	p=.000	p=.122		
T3 (5.Hafta)	n=24	Sökme Torku	Fark				
T3 (5.Hafta)	n=24	Sökme RFA	Fark	p=.194	p=.372	p=.015	

4.6. Tüm ONMİ'lerin çakma torku - çakma RFA - sökme torku - Sökme RFA değerlerinin zaman içinde değişimlerinin karşılaştırılması

ONMİ'ler çakılırken(0. gün); her bir ONMİ için Çakma torku değeri olarak çakma sırasında ölçülen maksimum tork değeri, Çakma RFA değeri olarak, çakıldıktan hemen sonra ONMİ nin 4 pusula yönünden ölçülmüş olan 4 adet RFA değerinin ortalaması alınmıştır.

1. hafta sonunda; her bir ONMİ için; Sökme RFA değeri olarak, sökmeden önce ONMİ'nin 4 pusula yönünden ölçülmüş olan 4 adet RFA değerinin ortalaması alınmıştır.

1. hafta sonunda; her bir ONMİ için; Sökme torku değeri olarak sökme sırasında ölçülen maksimum tork değeri, alınmıştır.

3. hafta sonunda; her bir ONMİ için; Sökme RFA değeri olarak, sökmeden önce ONMİ'nin 4 pusula yönünden ölçülmüş olan 4 adet RFA değerinin ortalaması alınmıştır.

3. hafta sonunda; her bir ONMİ için; Sökme torku değeri olarak sökme sırasında ölçülen maksimum tork değeri, alınmıştır.

5. hafta sonunda; her bir ONMİ için; Sökme RFA değeri olarak, sökmeden önce ONMİ'nin 4 pusula yönünden ölçülmüş olan 4 adet RFA değerinin ortalaması alınmıştır.

5. hafta sonunda; her bir ONMİ için; Sökme torku değeri olarak sökme sırasında ölçülen maksimum tork değeri, alınmıştır.

4.6.1. Korelasyonlar

a) RFA korelasyonları (Çizelge 4.14.):

1. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin T0(0.gün) çakma RFA değerleri ile sökme torku değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.872>.05$).

1. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin T0(0.gün) çakma RFA değerleri ile sökme RFA değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.088>.05$).

3. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin çakma RFA değerleri ve Sökme Torku değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.103>.05$).

3. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve sökme RFA değerleri arasında .422 düzeyinde pozitif korelasyon vardır ($p=.040>.05$).

5. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve Sökme Torku değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.235>.05$).

5. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve Sökme RFA değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.406>.05$).

b) Tork korelasyonları (Çizelge 4.13.):

Çakılan 72 adet ONMİ'nin, T0(0.gün) Çakma torku ölçümleri ile T0(0.gün) çakma RFA ölçümleri arasında 260 düzeyinde pozitif korelasyon vardır ($p=.028<.05$).

1. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin T0(0.gün) çakma torku değerleri ve sökme torku değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.519>.05$).

1. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin T0(0.gün) çakma torku değerleri ve sökme RFA değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.816>.05$).

3. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin T0(0.gün) çakma torku değerleri ve sökme torku değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.175>.05$).

3. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin T0(0.gün) çakma torku değerleri ve sökme RFA değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.725>.05$).

5. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin T0(0.gün) çakma torku değerleri ve sökme Torku değerleri arasında 434 düzeyinde pozitif korelasyon vardır ($p=.034<.05$).

5. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin T0(0.gün) çakma torku değerleri ve sökme RFA değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.108>.05$).

1. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin Sökme torku değerleri ve sökme RFA değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.751>.05$).

3. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin Sökme torku değerleri ile sökme RFA değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.486>.05$).

5. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin Sökme torku değerleri ile Sökme RFA değerleri arasında korelasyon yoktur ($p=.110>.05$).

4.6.2. Farklar

a) RFA Farkları (Çizelge 4.16.)

1. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin T0(0.gün) çakma RFA değerleri ile sökme RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur ($p=.889>.05$).

3. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve sökme RFA değerleri arasında manidar bir fark vardır ($p=.000<.05$).

5. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin T0(0.gün) çakma RFA değerleri ve sökme RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur ($p=.194>.05$).

1. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin Sökme RFA değerleri ve 3.Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin Sökme RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur ($p=.122>.05$).

1.Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin Sökme RFA değerleri **ile** 5.Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin Sökme RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur ($p=.372>.05$).

3.Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin Sökme RFA değerleri **ile** 5.Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin Sökme RFA değerleri arasında manidar bir fark vardır ($p=.00<.05$).

b) Tork Farkları (Çizelge 4.15.)

1. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin sökme torku değerleri ve 3.Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin sökme torku değerleri arasında manidar bir fark bulunmaktadır ($p=.00<.05$).

1. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin sökme torku değerleri **ile** 5.Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMİ'nin sökme torku değerleri arasında manidar bir fark vardır ($p=.00<.05$).

3. Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMI'nin sökme torku değerleri ile 5.Hafta sonunda sökülen 24 adet ONMI'nin sökme torku değerleri arasında manidar bir fark yoktur ($p=.612>.05$).

5. TARTIŞMA

5.1. Amaç

Çalışmamızda ONMİ'lerin stabilizasyonlarının ölçümünde çakma RFA ve sökme RFA ölçümlerinin tork ölçümlerine alternatif olabileceği hipotezi ile kurgulanmış; in-vivo olarak çakma torku ve sökme torku değerleriyle beraber çakma RFA ve sökme RFA değerlerinin ölçülüp karşılaştırılması hedeflenmiştir.

Literatürde, ONMİ'lerin stabilitelerini ölçmede çakma torku, sökme torku ve RFA değerleri kullanılmıştır [82-84]. Ancak henüz bu değerlerin hangisinin neyi ölçmede kullanılacağı ve birbirleriyle ilişkilerinin ne olduğu konusunda kesin bir kanaate varılamamıştır.

Yapılan çalışmalarda çakma torku primer stabilite ile ilişkilendirilirken [85]; sökme torkunun sekonder stabilite ile ilişkili olduğu düşünülmekte ve bu değerler üstünden yorumlanmaktadır [86]. Ancak, farklı araştırmaların sonuçları hep birlikte incelendiğinde farklı sonuçlar geniş bir dağılım göstermektedir.

Motoyoshi ve arkadaşları, 1.6 mm çapındaki ONMİ'lerin çakma torkunun 5Ncm - 10Ncm arasında olduğunda, başarı oranlarının yüksek olduğunu bildirmişlerdir [76].

ONMİ'lerin stabilitesinin yüksek olmasını sağlamak için, herkesin ittifak ettiği, bir tork seviyesi henüz önerilmemiştir.

Günümüzde çakma torku ve sökme torku gibi değerlerin, primer stabiliteyi ve sekonder stabiliteyi doğru şekilde yorumlamada kullanılabilecek birer enstrüman olduğu kuşkuludur. Reynders ve arkadaşları, maksimum çakma torkunu, ONMİ'lerde yüksek başarı oranıyla ilişkilendiren hiçbir kanıt bulunmadığını savunmaktadırlar [87].

Diğer önemli bir husus ise, ONMİ'nin gevşetilmesini gerektiren sökme torku ölçümünün geri dönüşümsüz bir işlem olması, aynı vida üzerinde tekrarlanacak ölçümlerin yapılmasını imkansız kılmaktadır.

ONMİ stabilitesinin ölçümünde kullanılan RFA ile tekrarlanan ölçümler yapmak mümkündür. Bu yöntem, dental implantların stabilitesinin belirlenmesinde 'altın standart'tır[88]. Ancak bu güne kadar yapılan çalışmaların hiçbirinde kullanılan ONMİ'lerin ve SmartPeg'lerin birbirine uyumlu olduğu ve o SmartPeg'in, o ONMİ'nin stabilite testinde kullanılabileceği SmartPeg'lerin üretici firması tarafından (Osstell, İsveç) test edilip onaylanmamıştır. Araştırmacılar, kendilerine uygun buldukları bir SmartPeg'i kullanmış, hatta SmartPeg üzerinde torna işlemleri yapmışlardır. Böylece, her seferinde tekrarlanabilir ölçümler yapıp, benzer sonuçlar alınmış olsa bile, ölçüm değerlerini Osstell firmasına akredite değerlerle mukayese etmek mümkün olmayacaktır. Böylece bu çalışmalardan elde edilen değerler bilimsel gerçeklere uygun tasarlanmış, akredite, ONMİ-SmartPeg ikililerinden elde edilen değerlerle mukayese edilemez. Yani, bu araştırmalardan elde edilen veriler bilimsel açıdan kuşkuludur [32, 89, 90].

Dahası, ölçülen RFA değeri miktarı, kemik yüzeyinden SmartPeg ucuna kadar olan mesafeden etkilenmektedir [91]. Yani, söz konusu araştırmalarda, bir şekilde bu SmartPeg'ler ve ONMİ'ler birbirlerine uyumlanmış olsalar da ölçülen RFA değerinin tekrarlanması ve dolayısıyla bulunan sonuçların başka araştırmalarla kıyaslanması imkansızdır.

5.2. Gereçler

ONMİ stabilitesinin ölçülebilmesi için yapılmış çalışmalar in-vitro ya da in-vivo olarak, tavşan [92-94], köpek [24, 95, 96], domuz [97-99], koyun [100], maymun [101-103], sığır [104-106], rat [107-109] ve insan kemikleri [82, 110, 111] üzerinde yapılmıştır. Yukarıda sayılan tüm bu hayvanların, kemik metabolizmasını ölçen deneylerde kullanılmasının uygun olduğu gösterilmiştir.

İnce çaplı ONMİ'lerin kullanılacağı çalışmalarda tavşan kullanmak avantajlıdır. Tavşanlar, yapı olarak uysal, uyumlu ve temiz hayvanlardır.

Özellikle, orta boy ve ağırlıkta olan beyaz Yeni Zellanda cinsi tavşanlar bu tür araştırmalar için uygundur. Bu cins tavşanlar ergenliklerini ömürlerinin 9. ayı civarında yaşamaktadırlar. 12 aylık bir tavşan ise tam anlamıyla erişkin sayılır. Yani seçilecek hayvanların en az 9 aylık olması, matür kemik üzerinde araştırma

yapılabilmesini mümkün kılar. Biz de 1.8 mm çapında ONMİ'leri kullandığımız araştırmamız için 6 aylık tavşan tibialarını ön denemelerimizde kullandık; ancak çatlak ve kırıkların görülmesi yüzünden vazgeçtik. 12 aylık tavşan tibiaları üzerinde yaptığımız çalışmalar bu tavşanların uygun olduğunu gösterdi.

Her hayvan çeşidinde olduğu gibi bu tür ve cinste de hamilelik döneminde salgılanabilecek hormonlar kemik yapısını değiştirerek çalışmayı olumsuz etkileyebilirler. Bu sebeple erkek tavşanların seçilmesi daha uygun olmaktadır.

Tavşan kemikleri insan kemiklerine benzer bir mekanizmayla, kartilajinöz (gövde kemikleri) ve membranöz olarak şekillenirler (kafatası kemikleri, yüz kemikleri, klavikula kemikleri). Tavşan tibia kemiği; kolayca ve basitçe opere edilebilmesi, çıkıntısız düz bir yapıda olması, kortikal kemik kalınlığının miktarı ve kemik yoğunluğu açısından insan kemiğine benzemektedir. Tavşan tibiasının insandaki yüz kemiğinden en büyük farkı, insandaki yüz kemiklerinin intramembranöz, tavşan tibiasının ise endokondral kemikleşme göstermesidir. Ancak, bu fark önemli değildir çünkü; tamir dönemi kemik cevabı insanda ve tavşanda benzerdir.

Tavşandaki kemik metabolizması ve insandaki kemik metabolizması arasındaki benzerlikten dolayı, çoğu dental implant ve ONMİ araştırmasında tavşanlar tercih edilmektedir. Çeşitli araştırmacılar tavşanlardaki 6 haftalık kemik döngüsünün, insanlardaki 18 haftalık kemik döngüsüne denk geldiğini; yani tavşan kemik metabolizmasının, insan kemik metabolizmasından 3 kat daha hızlı işlediğini belirtmişlerdir [112]. Bu sayede tavşan kemikleri üzerinde yapılan çalışmaların etkileri daha hızlı gözlenebilmektedir.

Araştırmada; 18 adet, 12 aylık (erişkin), erkek Yeni Zellanda cinsi (*Oryctolagus Cuniculus* L.) tavşan kullanılmıştır. Bu tavşanlar, 6'şarlı olacak şekilde 3 gruba ayrılmıştır. Gruplardaki tavşan sayısı, Ankara Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun müsaade ettiği şekilde, 6 adet olarak belirlenmiştir. Tavşanların sadece sol bacak tibia kemikleri kullanılmıştır.

5.2.1. RFA ölçüm cihazı

RFA, yıllardır dental implantların stabilitesinin ölçülmesinde 'altın standart' olarak kullanılmaktadır. Kullanılan bu yöntemin implant stabilitesinde uzun dönemde meydana gelen değişikliklerin küçük bile olsa gözlenmesinde etkili olduğu kanıtlanmıştır. Ayrıca RFA ölçümlerinin tekrarlanabilir olduğu da kanıtlanmıştır [29].

Oh ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, non-invaziv stabilite ölçüm tekniklerinden Periotest ve Osstell'i karşılaştırmış ve ikisinin de güvenilir sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir[113]. Lachmann ve arkadaşları da bu iki yöntemi karşılaştırmış ve onlar da sonuçların güvenilir olduğunu bildirmişlerdir. Ancak Osstell'in Periotest'e göre daha hassas sonuç verdiğini belirtmişlerdir[29].

Çalışmamızda RFA cihazı olarak Osstell ISQ (Osstell, Goteborg, İsveç) marka cihaz kullanılmıştır. Dental implantlarda stabilite için bir standardizasyon geliştirilmişken, ONMİ'ler için bir standardizasyon henüz bulunmamaktadır.

Çalışma başlamadan önce 1.8 mm çapındaki MTN-3 ONMİ'ler (Tasarımmed, Eyüp, İstanbul), Osstell firmasının İsveç merkezine gönderilmiştir. Firma tarafından ONMİ'nin içinde hazır bulunan abutment yuvasına uygun olan SmartPeg'in bulunması için katalogunda yer alan 152 SmartPeg içinden hangisinin uygun olacağını; uygun olan bir SmartPeg'in varolup olmadığını; yoksa uygun bir SmartPeg'in üretilmesi için teklifte bulunmaya hazır olarak İsveç'e gönderilmiştir. Firma tarafından "SmartPeg Type 50" adındaki Smartpeg, çalışma materyalimiz olan 1.8 mm'lik MTN-3 ONMİ'ye uygun görülmüştür. Bu SmartPeg, rutin olarak Astra Tech marka dental implantların stabilitesinin ölçümünde kullanılmaktadır. Firma bu SmartPeg'in, MTN-3 ONMİ'lerinde, Astra Tech Marka dental implantların ölçümünde olduğu kadar güvenle kullanılabileceğini bildirmiştir.

Aynı zamanda ONMİ yine aynı yerde önerilen SmartPeg ile teste sokulmuş, ONMİ ile SmartPeg uyumu ve yeterliliği firma tarafından belgelenmiştir. İlgili döküman ekte sunulmuştur. (Ek-3)

Araştırmamızda tavşan tibia kemiğine uzunlamasına olacak şekilde belli aralıklarla tek sıra halinde 4 adet ONMİ uygulanmıştır. Tibia kemiği uzun ve ince bir kemik

olduğundan ONMİ'yi her yönden aynı miktarda desteklemeyebileceği düşünülmüştür. Bunun da RFA değerlerine yansımaları önlemek amacıyla ONMİ'nin batı-kuzey-doğu-güney olmak üzere 4 yönden RFA değerleri elde edilmiş ve ortalaması alınarak bulunan değer o ONMİ'nin RFA değeri olarak kabul edilmiştir.

5.2.2. Torkmetre

Literatürde stabilitenin tork ile ilgili olduğunu söyleyen çalışmalar olduğu gibi da olmadığını da söyleyen çalışmalar mevcuttur [114-116]. Sonucu nasıl olursa olsun, bu tür çalışmalarda çakma torkunu ve sökme torkunu ölçebilmek amacıyla ya analog ya da dijital, ya motorlu ya da manuel torkmetreler kullanılmıştır.

Çalışmamızda FUTEK Miniature Screw Driver Sensor'ün (FUTEK, California, ABD) yerleştirildiği Prof. Dr. Metin Orhan tarafından tasarlanan özgün bir torkmetreli tornavida kullanılmıştır. Bu sensörün ölçüm kapasitesi 100 in-oz ya da 70.6 N-cm'dir. Aygıt her 0.1 saniyede bir ölçülen veriyi bilgisayar hafızasına aktarabilen, 0.01 N-cm hassasiyetinde kayıt elde edebilen, hem saat yönünde hem ters yönünde kayıt alabilen son derece hassas bir cihazdır. Torkmetreli tornavidanın üretimi Prof.Dr. Metin ORHAN'ın tasarımı üzerine Tasarımmed firması tarafından yapılmıştır. Daha sonra sensör üretici firmaya (FUTEK, California, ABD) yollanmış, ve kalibrasyonu yaptırılmıştır.

5.2.3. ONMİ

Wilmes ve arkadaşları, primer stabilitenin implant şekli, kemik kalitesi ve çakma yönteminden etkilendiğini savunmuşlardır [25].

ONMİ'lerin fiziksel özelliklerinin primer ve sekonder stabiliteyi etkilediği çeşitli araştırmalarda bildirilmiştir [117, 118]. Kullanılacak ONMİ, aynı zamanda biyouyumlu ve non-toksik olmalıdır. Bu faktörler iyileşme mekanizmasını etkileyerek, ONMİ etrafını saracak dokunun niteliğini belirlerler. Eğer ONMİ çevresi kemik doku ile tamir edilirse yeterli stabilizasyon sağlanabilecekken, fibröz doku ile tamir edilirse ONMİ'nin sekonder stabilitesi azalır, ONMİ gevşeyip başarısız olabilir.

Wilmes ve arkadaşları, yetersiz primer stabilitenin zamanla mobilitayı arttıracaklarını ve ONMİ kaybına neden olabileceğini bildirmişlerdir [20].

ONMİ üretiminde kullanılan farklı materyallerin ONMİ çevresi iyileşme hızını da etkilediği bilinmektedir. Günümüze kadar vitalyum, paslanmaz çelik, titanyum, modifiye titanyum gibi materyaller kullanılmıştır [119].

Araştırmamızda kullanılan ONMİ'ler, günümüzde sıklıkla kullanılmakta olan titanyum alaşımından yapılmışlardır.

Pithon ve arkadaşları, self-drilling ONMİ'lerin stabilitesinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir [12]. Heidemann ve arkadaşları, kılavuz delik açmadan çakılan self-drilling ONMİ'lerin, kılavuz delik açılarak çakılan self-tapping ONMİ'lere göre daha fazla ONMİ-kemik temas yüzeyine sahip olduğunu göstermişlerdir[120]. Gupta ve arkadaşları, self-drilling ONMİ'lerin, operasyon zamanını azaltması, kemik debrisinin daha düşük miktarda olması, kılavuz deliğe gerek olmaması, kılavuz delik hazırlanması sırasında meydana gelebilecek termal hasarın oluşmaması ve morbidite oranının düşük olması gibi avantajları sayesinde self-tapping ONMİ'lerden üstün olduğunu belirtmişlerdir. Ancak yüksek kemik yoğunluklu ve kalın kortikal kemikli bölgelerde kılavuz delik açılarak uygulama yapılmasını önermektedirler [121]. Wilmes ve arkadaşları, 1.6 mm - 2.0 mm arasındaki çaptaki ONMİ'ler için açılacak kılavuz deliğin ONMİ çapından 0.5 mm daha dar olmasını önermektedirler [25]. Heidemann ve arkadaşları ONMİ çapının %85'ine kadar açılan kılavuz deliklerin primer stabiliteyi etkilemediğini bildirmişlerdir[120].

Araştırmamızda kullanılan ONMİ'ler self-drilling özelliğe sahip ONMİ'ler olup tavşan tibiasına uygulanırken tibiada çatlamaya sebep olabilecekleri için 1 mm'lik özel matkap (drill) ile kılavuz delik açılarak self tapping gibi kullanılmıştır.

Lee ve arkadaşları daha büyük çaplı ONMİ'lerin daha çok mikroçatlak oluşturduğunu, bunun da iyileşme mekanizmasını etkileyerek stabilizasyonu düşürebileceğini bildirmişlerdir[58]. Miyawaki ve arkadaşları çapı 1.0 mm'den küçük ONMİ'lerin başarısız olduğunu, çapı 1.2 mm, 1.5 mm ve 2.3 mm'lik ONMİ'lerin ise başarılı olduğunu bildirilmişlerdir[4]. Carano ve arkadaşları, özellikle

mandibulanın kalın kortikal kemikli bölgelerinde, 1.3 mm'den daha küçük ONMİ'lerin kullanılmamasını gerektiğini bildirmişlerdir[42].

Araştırmamızda kullanılan ONMİ'ler 1.8 mm çapındadır.

ONMİ'lerin uzunluğu ile stabilitesi arasındaki ilişki çeşitli araştırmaların konusu olmuştur. Kısa ONMİ'lerin kalın bir yumuşak dokuya sahip bölgelerde kullanılması risklidir. Himmlöva ve arkadaşları, implant uzunluğunun artmasının stabilitenin artmasını sağladığını belirtmişlerdir [122]. Chen ve arkadaşları fiziksel yapısı aynı olmak kaydıyla 8 mm'lik ONMİ'lerin, 6 mm'lik ONMİ'lerden daha yüksek başarı oranına sahip olduklarını belirtmişlerdir [123]. Park ve arkadaşları ise, ONMİ uzunluğundaki değişimin stabiliteyi etkilemediğini bildirmişlerdir [64]. Motoyoshi ve arkadaşları sonlu eleman analizi yaptıkları çalışmalarında ONMİ uzunluğunun primer stabiliteyi etkilemediğini göstermişlerdir [124].

Araştırmamızda kullanılan ONMİ'ler, 8 mm uzunluktadır.

Günümüzde ONMİ'ler silindirik, konik ve tapered tipte üretilmektedir. Kim ve arkadaşları aynı çapta ancak farklı geometrideki ONMİ'lerden, konik tipteki ONMİ'lerin daha fazla primer stabiliteye sahip olduğunu belirtmişlerdir [125].

Stabiliteyi etkileyen faktörler konusunda farklı görüş bildiren çalışmalar da mevcuttur. Lim ve arkadaşları, stabilizasyonu etkileyen durumlar olarak sıralayacağımız her faktörün aslında subjektif olduğunu; bu nedenle, uygun koşullar sağlansa bile implant konusunda günümüzde henüz bilinmeyen başka bazı sebeplerden dolayı implant kaybı yaşanabileceğini savunmuşlardır [114].

5.3. Yöntem

ONMİ'lerin primer ve sekonder stabilitesi açısından en iyi yükleme zamanı ve yük miktarı konusunda çalışmalar devam etmektedir.

5.3.1. Yükleme zamanı

ONMİ'ler, prensip olarak dental implantlara benzese de birçok yönden farklıdır.

Temel olarak, dental implantlar çakıldıktan hemen sonra iş göremezler. Yükleme yapılamaz. İş görebilmesi için belirli bir süre (yaklaşık 3 ay) geçmesi ve osteoentegre olması gerekir.

Dental implantlar osteoentegre olduktan sonra sökülemezler. Ancak trepan frezlerle ve cerrahi işlemlerle sökülebilirler.

ONMİ'ler ise çakıldıktan hemen sonra iş görebilirler. Yükleme yapılabilir. Osteoentegre olmaları beklenmez; aksine osteoentegre olmamaları istenir. Osteoentegre olmadıkları için de, hiçbir cerrahi işleme gerek kalmadan kolayca, kırılmadan ve çevre dokulara zarar vermeden sökülebilirler.

ONMİ'lerin yüklenmesi konusunda iki temel görüş mevcuttur. Bunların ilki ONMİ'nin hemen yüklenmesi, ikincisi belli bir süreden sonra yüklenmesidir.

Önceleri, erken yükleme yapmanın, dental implant-kemik arası temas yüzeyini azaltarak iyileşme sürecini kötü yönde etkileyeceği düşünülüyordu. Bu sebeple araştırmacılar dental implanta yükleme yapılmadan önce bir süre beklenmesi öneriliyordu [126].

Günümüzde ONMİ'lere ne zaman yükleme yapılması gerektiği konusunda bir tartışma mevcuttur. Ancak, literatürdeki araştırmaların çoğunda, ONMİ'lere hemen yükleme yapılmasının bir sakıncasının olmadığı bildirilmektedir[127].

Araştırmamızda, çoğu araştırmada önerildiği gibi, ONMİ'lere hemen yükleme yapılmıştır. Araştırma sonunda tüm gruplarda herhangi bir başarısızlık izlenmemiştir.

Yük miktarı

Bir ONMİ'nin, bir dental implanttan fiziksel olarak en önemli farkı boyutlarıdır. ONMİ, çok daha küçüktür, dolayısı ile dayanabileceği kuvvetler daha düşüktür.

Bir ONMİ'ye yükleme yapıldığı zaman, ONMİ-kemik arayüzünde basınç ve gerilim bölgeleri oluşmaktadır [128]. Kemik, bu basınç ve gerilim yüzeylerindeki stresi azaltmaya, normal konuma dönüştürmeye çalışmaktadır. Ancak böylece kemik iyileşmesinde etkin olan mekanizmalar faaliyete geçmektedirler. Kemik iyileşmesinin doğru işlemesi için yükün kemikte iskemiye, çatlamalara, kırılmalara neden olacak kadar büyük olmaması, iyileşme faaliyetlerini uyaramayacak kadar da küçük olmaması gerekir.

Özellikle kortikal kemiğin ince ve trabeküler kemiğin düşük yoğunlukta olduğu noktalar hassastırlar. Isidor ve arkadaşları, aşırı yükleme yapıldığında, implant-kemik arayüzünde rezorbsiyonun arttığını gözlemlemişlerdir. Yaptıkları kemiğe paralel ve kemiğe oblik yüklemelerde stresin hangi noktalarda, hangi biçimde birikeceğini ve marjinal kemiğin nasıl etkileneceğini belirleyen unsurun implant tasarımı olduğunu, implanta yüklenebilecek maksimum yükün de bu faktöre bağlı olduğunu belirtmişlerdir [129].

Woods ve arkadaşları 0.25 N-0.5 N'luk yüklemenin ONMİ stabilitesinde zaman içerisinde meydana getirdiği değişiklikleri incelemişlerdir. Bu amaçla 56 adet 1.8 mm çapında ONMİ, köpek maksillalarına ve mandibulalarına çakılmıştır. 110 günlük süreci takiben ONMİ etrafındaki kemikte meydana gelen hücresel olayları değerlendirmek amacıyla histolojik inceleme yapılmıştır. Bulgular, baskının ve gerilimin olduğu taraflarda ONMİ-kemik temasının eşit olduğunu göstermiştir. Ancak ilginç olan şudur; baskı olan tarafta olgun kemik korunmuştur, gerilim olan tarafta ise yeni örülmüş genç kemik mevcuttur. Bu gözlem, fizyolojik sınırlar içindeki yükün, baskı olan bölgede kemiği koruduğunu, gerilim olan bölgede yeni kemik yapımını başlattığını göstermektedir [130].

ONMİ'lerle yapılan araştırmalarda uygulanan kuvvetler 50g - 400g arasında değişmekle birlikte, çalışmaların çoğunluğunda 200g ve daha aşağı kuvvetler kullanmıştır [13, 75, 89, 131]. Yükleme yapmak üzere, kuvvetin uygulanışı hususunda farklı görüşler mevcuttur. Wilmes ve arkadaşları, ONMİ'lere uygulanması gereken kuvvetin ONMİ'nin ve ONMİ'nin çakıldığı kemiğin özelliklerine bağlı olarak belirlenmesi gerektiğini bildirmişlerdir. ONMİ'nin tipine, şekline, boyutlarına, ONMİ-kemik arayüzünün büyüklüğüne ve çakma bölgesindeki

kemiğin kalitesinin ONMİ'ye uygulanacak kuvveti belirlemede dikkate alınması gereken faktörler olduğunu ve ONMİ'ye uygulanacak kuvvetin her ONMİ için ayrı ayrı kararlaştırılması gerektiğini bildirmişlerdir [25].

Yano ve arkadaşları 1.2 mm ve 1.4 mm çapındaki ONMİ'leri rat tibialarına çakmışlar ve 2 N yük ile hemen yüklemişlerdir. 2. ve 6. haftada yapılan değerlendirmeler sonucunda ONMİ'nin hemen yüklenmesinin başarısızlığa sebep olmadığını belirtmişlerdir [132].

Vannet ve arkadaşları 1.7 mm çapındaki ONMİ'leri köpeklerin mandibula kemiklerine çakmışlar ve 2 N yük ile hemen yüklemişlerdir. 6-12-18 ve 24 haftalık değerlendirmeler sonucunda ONMİ'nin hemen yüklenmesinin iyileşmeyi etkilemediğini bildirmişlerdir [80].

Büchter ve arkadaşları 1.1 mm ve 1.6 mm çapındaki ONMİ'leri domuz mandibulasına çakmışlar ve hemen 1 N – 3 N – 5 N yüklerle yükleyip 3. ve 12. haftada değerlendirmişler; bu yüklerin, ilgili süreçte, ONMİ'lerin başarısızlığına sebebiyet verecek herhangi bir durum oluşturmadığına dikkat çekmişlerdir [133].

Serra ve arkadaşları, tavşan tibiasına 2 mm çapında ONMİ'ler çakarak 1 N yük ile hemen yüklemiştir. 1 hafta, 4 hafta ve 12 haftalık süreçlerde yapılan değerlendirme sonucu 1 N'luk hemen yüklemenin bu çaptaki ONMİ'ler için uygun olduğunu bildirmişlerdir [77].

Brown ve arkadaşları, tavşan tibiasına 1.6 mm çapında ONMİ'ler çakarak 1 N yük ile hemen yüklemiştir. 6 hafta sonra yapılan değerlendirmeler sonucu ONMİ'ler %100 başarı göstermişlerdir [15].

Uysal ve arkadaşları, 1.4 mm çapında ONMİ'leri tavşan tibiasına çakarak yaptıkları çalışmada ONMİ'leri 1,5 N'luk ve 3 N'luk kuvvetlerle yüklemişler ve uzun dönemde herhangi bir başarısızlık gözlemlememişlerdir [89].

Salmanlı, tavşan tibiasına 1.4 mm, 1.5 mm ve 1.6 mm çapında ONMİ'ler çakarak 1N yük ile hemen yüklemiştir. 1 hafta, 3 hafta ve 5 haftalık süreçlerde yapılan değerlendirmelerde ONMİ'ler %100 başarı göstermişlerdir [75].

Araştırmamızda, önerilere ve sınırlara uygun olarak devamlı kuvvet uygulayan 1N'luk sentalloy kapalı yaylar ONMİ'lere hemen uygulanmıştır.

5.3.2. Çakma açısı

ONMİ kemiğe çakılırken uygulayan hekimin elini titretmeden stabil tutması ve ONMİ'yi uyguladığı açıyı bozmaması gerekmektedir. Yoksa, oluşan wobbling hareketi ile ONMİ'nin çevresindeki kortikal kemik zarar görmekte ve ONMİ'nin hem primer stabilitesi hem de sekonder stabilitesi tehlikeye girmektedir [134].

Wilmes ve arkadaşları in-vitro çalışmalarında ONMİ'leri domuz kemiğine 7 farklı çakma açısıyla (30-40-50-60-70-80-90 derece) çakmışlar ve her çakışta ONMİ'lerin primer stabilitelerini ölçecek bir değer olarak kabul ettikleri çakma torklarını kaydetmişlerdir. Sonuç olarak en yüksek primer stabilitenin (çakma torku) 60-70 derecelik çakma açısıyla elde edildiğini ileri sürmüşlerdir [18].

Park ve arkadaşları, çakma açıları arasında anlamlı bir korelasyon görememiştir. Ayrıca, ONMİ'lerin açılı çakılmasını önermişlerdir; çünkü köklerin arasındaki açıklık apikalde daha fazla olduğu için ONMİ'ler daha güvenle çakılabilecektir [64].

Çalışmamızda, tavşan tibia kemikleri ince yapıda olduğu için ONMİ'lerin açılı çakılması durumunda tibia'nın çatladığı, kırıldığı görülmüştür. ONMİ'lerin 90 derece açılı çakılmasının güvenli çakma yolu olduğu gözlenmiş ve ONMİ'ler bu şekilde çakılmıştır.

5.3.3. Veri toplama aralıkları

Tavşan metabolizması, insan metabolizmasından 3 kat daha hızlı olduğu için; iyileşme ve tamir faaliyetleri de 3 kat hızlı gerçekleşmektedir. Dolayısıyla, tavşan deneylerinde insan deneylerinden daha sık aralıklarla veri toplamak gerekir.

Kim ve arkadaşları, köpekler üstünde yaptıkları çalışmada konik ve silindirik ONMİ'lerin uzun dönem stabilitelerini karşılaştırmak amacıyla 0.günde - 1.haftada - 17.haftada veri toplamışlardır [125].

Brown ve arkadaşları, insanlar üzerinde yaptıkları çalışmada genç kemik oluşumunu gözlemlemek amacıyla 6. haftada veri toplamışlar ve histomorfometrik açıdan değerlendirmişlerdir [15].

Serra ve arkadaşları, yaptıkları tavşan çalışmasında ONMİ-kemik arayüzündeki bağlanmayı değerlendirmek üzere 1.haftada - 4.haftada -12. haftada veri toplamışlardır [77].

Uysal ve arkadaşları, yaptıkları tavşan çalışmasında 0. günde ve 3. hafta sonunda RFA ile veri toplayarak sekonder stabilizasyonu incelemişlerdir [89].

Salmanlı ve arkadaşları, yaptıkları tavşan çalışmasında farklı çaptaki ONMİ'lerin sekonder stabilizasyonunu incelemek üzere 0. günde, 1.haftada, 3.haftada ve 5. haftada veri toplamışlardır [75].

Araştırmamızda erken dönem enflamatuar cevabın ONMİ stabilitesine etkisini görmek amacıyla, veriler 0. günde, 1.haftada, 3.haftada ve 5. haftada toplanmıştır.

5.4. Bulguların Tartışılması

5.4.1. ONMİ'lerin çakılması

ONMİ'ler sıklıkla 2 teknik ile çakılmaktadır.

- 1) Herhangi bir hazırlık yapılmadan self-drilling özellikli ONMİ'nin doğrudan kemiğe çakılması.
- 2) Önce çakma noktasına bir matkap ucu-drill ile kılavuz delik açılması, sonra self-tapping özellikli (veya bazen self-drilling özellikli de olabilir) ONMİ'nin çakılması.

Bu tekniklerin seçiminde ONMİ'lerin çapı, ucunun self tapping veya self drilling özellikli olması [135], çakma bölgesindeki kortikal kemiğin kalitesi ayırıcı unsurlar olmaktadır [136].

Araştırmamızda 1.8 mm çapında ve 8 mm uzunluğunda olan self-drilling özellikli ONMİ'ler kullanılmıştır. Çakma yöntemi olarak da 1 mm'lik özel bir matkap ucu-drill

ile kılavuz delik hazırlanmış, sonra self-drill özellikli ONMİ'lerimiz bu delik kılavuzluğunda çakılmıştır.

ONMİ'ler çakılmaya başlandığı anda dokuda 2 çeşit etki meydana gelmektedir. İlk etki, ONMİ'nin kemik içinde ilerlerken oluşturduğu sıkıştırma-baskı etkisidir. Bu baskı ile periosteum-endosteumda yırtılmalar, komşu kemikte mikroçatlaklar oluşmaktadır. İkinci etki, ONMİ'nin kemik içinde ilerlerken açığa çıkan ısı etkisidir. Bu etki ONMİ ilerlerken ortaya çıkan sürtünme sonucu açığa çıkmakta ve komşu kemik hücrelerinde nekroz meydana gelmektedir [63].

Çakma işlemi sona erdiği anda, çakma sırasında oluşan baskı ve gerilimin yoğunlaştığı alanlar hücresel cevabı tetikleyip tamir mekanizmasını başlatarak uyarıcı bir etki yaparak kemikte iyileşme ve tamir mekanizmasını başlatır. ONMİ'ye yükleme yapılıncaya da oluşan yeni baskı ve gerilim bölgeleri de bu cevabı iletir. Ancak, gerek çakma gerekse yükleme sırasında fizyolojik sınırlar aşılsa ONMİ çevresindeki dokularda iyileşme faaliyetleri düzgün ilerlemez, mevcut dokular rezorbe olmaya başlar ve rezorbsiyon daha geniş alanlara yayılır. Sonunda ONMİ gevşer hatta lükse olup düşebilir; uygulama başarısızlıkla sonuçlanır.

Literatürde, primer stabiliteyi belirleyebilecek ölçüm olarak çakma torku kullanılmıştır.

Motoyoshi ve arkadaşları, 1.6 mm çapında ve 8 mm uzunluğunda ONMİ'ler ile yaptıkları çalışmalarında, eğer çakma torku 5 Ncm'nin altında olursa ONMİ'lerin primer stabilitesinin düşük olabileceğini, 10 Ncm'nin üstünde olursa da sekonder stabilitenin düşük olabileceğini bildirmişlerdir. Bu tip ONMİ'lerin başarısını arttırmak için çakma torku olarak 5 Ncm-10 Ncm aralığını önermişlerdir [76].

Wilmes ve arkadaşları, 1.6 mm ve 2.0 mm çapında ONMİ'leri in-vitro olarak domuz kemiklerine çakmışlardır. Çakmadan önce çeşitli derinliklerde kılavuz delik açarak, çakma torkunda oluşacak değişiklikleri gözlemlemeyi amaçlamışlardır. Çakma torkunun 23 Ncm üzerine çıktığı durumlarda ONMİ'de kırılma meydana geldiğini gözlemledikleri için, 2.0 mm çapına kadar olan ONMİ'lerde maksimum 20 Ncm çakma torku önermişlerdir [20].

Torkmetre ölçümlerinin ve elde edilen tork değerlerinin her zaman geçerli bir kriter olamayacağı düşünülmektedir. RFA yönteminin ve elde edilen RFA değerlerinin ise günümüzde dental implantlarda stabilite ölçümünde altın standart olarak kabul edilmiş olduğu bilinmektedir [29].

Bu doğrultuda çalışmamızda dijital hassas torkmetre (Prof.Dr. Metin Orhan tarafından tasarlanmıştır) ve RFA cihazı ile, çakma torku-sökme torku ve çakma RFA - sökme RFA ölçümleri yapılmıştır.

Günümüzdeki çalışmalarda ONMİ'lerde stabilizasyon değerlendirmesi çok çeşitli faktörlere dayandırılmaktadır. Biz stabilizasyonu değerlendirirken aşağıdaki faktörlere dikkat ettik:

- 1- ONMİ 'nin imal edildiği malzeme (titanyum, çelik vb.)
- 2- ONMİ'nin şekli ve tasarımı (konik, silindirik, vb.)
- 3- ONMİ'nin uç özellikleri (self-tapping, self-drilling)
- 4- ONMİ'nin thread özellikleri (sığ, derin, keskin açılı, dar açılı, geniş açılı)
- 5- Metabolizma hızı farkı (Anabolizma/Katabolizma oranı) (tavşan, insan vb.)
- 6- Kemik kalitesi ve kompozisyonu (ONMİ'nin çakıldığı bölgedeki)
- 7- Kılavuz delik açılması (Kılavuz delik açılıyor mu, açılmıyor mu?)
- 8- Kılavuz delik-drill çapı (Matkap ucunun-drill çapı ne kadar?)
- 9- Çakma açısı (90 derece, 45 derece vb.)
- 10- Yüklemenin yapıldığı zaman (Hemen mi, bir süre sonra mı?)
- 11- Yükleme miktarı (1N, 2N, vb.)

Bizce değerlendirmelerde bizim de kullandığımız bu faktörler kullanılmalıdır. Aşağıdaki yorumlarımızı değerlendirirken buna dikkat edilmesini diliyoruz.

5.4.2. Bulgu - makale yorumları

ONMİ'lerdeki ölçümlerde tork değerlerini etkileyen faktörler incelendiğinde; çakma torkunun zirve yaptığı an, ONMİ'nin en geniş yeri olan ve vida dişlerinin bittiği yer olan boynunun kemiğe sıkıştığı son andır.

Kortikal kemiğin kalitesi çakma torkunu etkilemektedir. Kortikal kemik kalitesi (yoğunluğu) arttıkça çakma torku da artar; kortikal kemik kalitesi azaldıkça çakma torku da azalır[105].

ONMİ'lerdeki ölçümlerde RFA değerlerini etkileyen faktörler incelendiğinde; Fulcrum (F) noktasından SmartPeg'in ucuna kadar olan mesafe çok önemlidir. F noktası, kortikal ya da spongioz kemik ayırt edilmeksizin ONMİ'nin kemiğe en sıkı tutunduğu yerdir. Kaldıracın destek noktasına benzer. Bir ONMİ'ye RFA yapıldığında ONMİ; destek noktası F noktası olan bir kaldıraç veya kaidesi F noktasında olan bir diapozon gibi boylu boyunca titreşir. (Resim 16-17) Bu titreşimin rezonansı, F noktasından SmartPeg'in ucuna kadar olan mesafeye göre değişmektedir. Bu mesafe ne kadar uzun olursa SmartPeg'in ucu da o kadar uzun salınım yapar, SmartPeg o kadar seyrek titreşir, dolayısı ile RFA değeri düşer; Bu mesafe ne kadar kısa olursa da SmartPeg'in ucu o kadar kısa salınım yapar ve SmartPeg o kadar sık titreşir, dolayısı ile de RFA değeri yükselir.



Resim 5.1. Diapozon



Resim 5.2. SmartPeg ve Diapozon aynı prensipte işlemektedir

RFA ile kemiğin kalitesi arasında sıkı bir ilişki vardır. ONMI'nin çakıldığı kemiğin yoğunluğu, RFA'nın yüksek ya da düşük olmasını doğrudan etkiler. Kemik kalitesi ne kadar düşüğe, SmartPeg'in ucu o kadar uzun salınım yapar ve SmartPeg o kadar seyrek titreşir. Dolayısı ile RFA değeri düşer. Kemik kalitesi ne kadar yükseğe, SmartPeg'in ucu o kadar kısa salınım yapar ve SmartPeg o kadar sık titreşir. Dolayısı ile de RFA değeri yükselir [137].

Burada dikkat edilmesi gereken çok önemli bir hususu açıklamamız gerekmektedir. Ölçümler ancak onaylı malzeme ve sistemlerle yapıldığında bir anlam kazanır.

Çalışmamızda; ilk kez oluşturduğumuz torkmetrenin sensörleri FUTEK firmasına ait olup kalibrasyonları da firma tarafından yaptırılmıştır.

Çalışmamızda kullandığımız ONMI'ler, SmartPeg'leri üreten İsveç'teki Ostell firmasına gönderilmiştir. Ostell firması hali hazırda 65 cins SmartPeg üretmiş olup web sitesindeki referans listesinde yayınlamaktadır [138]. Burada her implant firması için o implanta mahsus bir Smartpeg (bazen birkaç firma için ortak bir tane) önerilmektedir. Firma önerilenin dışında SmartPeg'lerin kullanılmasını uygun bulmamaktadır. Yani implanta oturan, sıkışabilen herhangi bir SmartPeg kullanılamaz. İşte Ostell firması bizim ONMI'miz için testler yapıp en uygun olan SmartPeg'i bize bildirmiştir. Bu aynı zamanda yaptığımız ölçümlerin, kurallara uygun olarak yürütülen diğer araştırmalardan elde edilen değerlerle mukayese edilebilir olduğu anlamına gelmektedir. Han ve arkadaşları da bizimle aynı fikirde

olup kullandığı dental implantlara firmanın önerdiği SmartPeg'leri kullandığını belirtmektedir [91].

Biz de çalışmamızda ONMI'miz üzerinde hiçbir değişiklik yapmaksızın, Ostell firmasının ONMI'miz için özel olarak seçtiği "Type 50 SmartPeg" leri kullandık.

Ancak bu güne kadar yapılan hiçbir çalışmada bu kurallara uyulmadığı görülmektedir. Halbuki, yapılacak en küçük modifikasyon, bu çok hassas teknolojiye sahip cihazın ölçme hassasiyetini tamamen değiştirecektir.

Çalışmaların kimisinde ONMI'nin baş kısmı modifiye edilmiş, kaynaklanmış ya da tornalanmıştır [32, 90].

Kimisinde SmartPeg'in bağlantı kısmı modifiye edilmiş, kaynaklanmış ya da tornalanmıştır [31, 33, 82]

Kimisinde de hem ONMI'nin baş kısmı hem de SmartPeg'in bağlantı kısmı modifiye edilmiş, kaynaklanmış ya da tornalanmıştır [89].

Çalışmamız bu yönden eşsizdir. Çalışmamızda; ONMI'lerin baş kısmı modifiye edilmemiş, kaynaklanmamış ya da tornalanmamış olup SmartPeg'lere de hiçbir müdahale yapılmamıştır.

Bu çalışma; firma (Osstell) tarafından ONMI'lere uygun olduğu test edilip onaylanan SmartPeg'lerin, firma tarafından tavsiye edilen şekilde kullanıldığı ilk ve tek ONMI çalışması olarak kabul edilmelidir.

RFA

1- Pusula Yönlerine Göre RFA Değerleri:

a) Farklar:

Ohta ve arkadaşları, 4.3 mm çapındaki dental implantları, domuz mandibulasından elde edilen kemik bloklarına çakmıştır. Araştırmacılar, Osstell cihazının probunun SmartPeg'e farklı açılardan tutulduğunda ölçümün değişip değişmediğini ölçmüşlerdir. Her implanta, dikey olarak (kemiğe dik, implanta paralel) 1 RFA

ölçümü yapmışlardır. Her implanta, yatay olarak (kemiğe paralel, implanta dik) 8 farklı RFA ölçümü yapmışlardır. Dental implantın tepesinden bakınca implant çevresine çizilen çemberi 45'er derecelik aralıklarla 8'e bölmüş, yani kuzey-güney-doğu-batı ölçümleri yanında bu yönlerin arasındaki açıortaylardan da ölçüm yapmışlardır.

Sonuçta bu yatay ölçümler arasında herhangi bir fark bulamamışlardır. Ancak dikey yönde ölçülen RFA değerleri yatay yönde ölçülen RFA değerlerinden manidar olarak farklı bulunmuştur. Araştırmacılar ortaya çıkan bu manidar farkın sebebinin, dental implantın yatay olarak her yönde, aynı seviyede ve aynı kalitede kemikle desteklenmesi, ancak dikey yönde destekleyen kemik seviyesi ve kalitesinin bu yatay olarak destekleyen çevresel kemikten farklı olması olduğunu bildirmişlerdir [139].

Park ve arkadaşları, 4.1 mm çapındaki dental implantları, insan deneklerin alveol kemiklerine çakmıştır. Smartpeg'lerden alveol kemiğe paralel olacak şekilde distal-mezial ve bukkal-lingual çiftler halinde RFA ölçümleri yapmışlardır. Distal-mezial ve bukkal-lingual çift ölçümler arasında manidar bir farkın olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar implant stabilitesi değerlendirilirken bu farkların da değerlendirilmesi gerektiğini söylemişlerdir [140].

ONMİ'lerde yönleri ölçen çalışma yoktur. İlk çalışma bizim çalışmamız olacaktır.

Araştırmamızda çalışma boyunca hiçbir zaman hiçbir yük uygulanmamış olan 36 adet "yüksüz ONMİ" nin ve 1N yük uygulanan 36 adet "yükli ONMİ" nin pusulanın 4 yönüne göre RFA ölçümleri, T0(0.Gün), T1(1.Hafta) T2(3.Hafta) veya T3(5.hafta) zamanlarında yapılmıştır (Çizelge 4.3.).

Bu RFA ölçümleri arasındaki farka, T0(0.Gün), T1(1.Hafta) T2(3.Hafta) veya T3(5.hafta) zamanlarında bakılmıştır. Yüksüz ONMİ'lerin aynı zamandaki pusulanın 4 yönüne göre RFA ölçümleri ve yüklü ONMİ'lerin aynı zamandaki pusulanın 4 yönüne göre RFA ölçümleri mukayese edilmiştir. Örneğin, T1(1.Hafta) anında yüksüz ONMİ'lerin batı RFA ölçümleri ile yüklü ONMİ'lerin batı RFA ölçümleri arasında fark var olup olmadığı araştırılmıştır.

Araştırmamızda yüksüz ONMİ'lerin ve yüklü ONMİ'lerin aynı zamanda ve aynı pusula yönündeki (batı- batı, kuzey- kuzey v.s.) RFA değerleri arasında, hiçbir zaman içinde, hiçbir yönde manidar bir fark bulunamamıştır (Çizelge 4.3).

Yani, yüksüz ONMİ'lerin ve yüklü ONMİ'lerin pusulanın 4 yönüne göre yapılan RFA ölçümleri herhangi bir zamanda herhangi bir yönde birbirinin aynıdır. O yüzden pusula yönleri konusunda bundan sonra sadece "tüm ONMİ'ler" diyerek tüm ONMİ'ler birlikte kastedilecektir.

Araştırmamızda tüm ONMİ'lerin aynı zamanda ve tüm pusula yönlerinde ölçülen RFA değerlerin birbirleriyle (batı;(batı-doğu-kuzey-güney), (doğu; (batı- kuzey-güney), v.s.) farkları Çizelge 4.4. te yer almıştır.

Tüm ONMİ'lerin T0(0.Gün) Kuzey-Güney-Doğu-Batı çakma RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur. Yani Tüm ONMİ'ler, T0(0.Gün)'da 4 pusula yönünde de aynı rezonansta titreşmektedir (Çizelge 4.4.).

Tüm ONMİ'lerin T1(1.Hafta) Kuzey-Güney-Doğu-Batı sökme RFA değerleri arasında, manidar bir fark yoktur. Yani Tüm ONMİ'ler, T1(1.Hafta)'de 4 pusula yönünde de aynı rezonansta titreşmektedir (Çizelge 4.4.).

Tüm ONMİ'lerin T2(3.Hafta) Kuzey-Güney-Doğu-Batı sökme RFA değerleri arasında, manidar bir fark yoktur. Yani Tüm ONMİ'ler, T2(3.Hafta)'de 4 pusula yönünde de aynı rezonansta titreşmektedir (Çizelge 4.4.).

Tüm ONMİ'lerin T3(5.Hafta) Kuzey-Güney-Doğu-Batı sökme RFA değerleri arasında, manidar bir fark yoktur. Yani Tüm ONMİ'ler, T3(5.Hafta)'de 4 pusula yönünde de aynı rezonansta titreşmektedir (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4.'te görüldüğü gibi tüm ONMİ'lerin batı-kuzey-doğu-güney yönü RFA değerleri tüm zamanlar boyunca aynı anda aynı şekilde değişim göstermişlerdir.

Özetle, tüm ONMİ'lerin aynı zamanda aynı pusula yönü RFA değerleri arasında bir fark bulunamamıştır. Bu bulgu, tüm ONMİ'lerin çevresindeki kemiğin, dönemler içinde Kuzey-Güney-Doğu-Batı yönlerinde aynı kalitede olduğunu göstermektedir.

Bu bulgulara dayanarak bundan sonra ONMİ'lerin Kuzey-Güney-Doğu-Batı yön RFA değerlerinden bahsedilmeyecektir. Her ONMİ için pusulanın 4 yönünde yapılan ölçümlerin ortalaması alınıp herhangi bir T zamanında ölçülmüş olan, "ONMİ'nin RFA değeri"nden, "tek bir RFA değeri" nden bahsedilecektir. Yani "yüksüz yada yüklü ONMİ'lerin batı-kuzey-doğu-güney RFA değerleri" yerine, ONMİ'lerin Kuzey-Güney-Doğu-Batı RFA değerleri'nin ortalamalarını alıp "ONMİ'lerin RFA değerleri" demekte bir sakınca yoktur.

b) Korelasyonlar:

Yüksüz ve yüklü ONMİ'lerin ayrı ayrı pusula yönlerine göre RFA değerlerinin zaman içindeki değişimleri arasında korelasyona bakılmamıştır. Çünkü; daha önce hem pusula yönüne göre hem de belli bir zaman içinde kendi aralarında yüklü yüksüz grupları arasında bir fark bulunamamış olduğundan, 36 adet ONMİ'den oluşan iki grup 72 adet ONMİ'den oluşan tek grupta birleştirilebilmiştir.

Araştırmamızda tüm ONMİ'lerin 4 pusula yönüne göre RFA ölçümlerinin, T0(0.Gün), T1(1.Hafta), T2(3.Hafta) ve T3(5.Hafta) değerleri arasındaki korelasyona bakıldığında;

Tüm ONMİ'lerin sadece T0(0.Gün) batı değerleri ile T2(3.Hafta) batı değerleri arasında ve T0(0.Gün) doğu değerleri ile T2(3.Hafta) doğu değerleri arasında pozitif bir korelasyon mevcut olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.5.).

Yani bir ONMİ, T0(0.gün)da batı ölçümünde yüksek bir rezonans değerine sahipse T2(3.Hafta)de batı ölçümünde yüksek bir rezonans değerine sahip olmaktadır. T0(0.gün)da batı ölçümünde düşük bir rezonans değerine sahipse T2(3.Hafta)de batı ölçümünde düşük bir rezonans değerine sahip olmaktadır.

Aynı şekilde, bir ONMİ, T0(0.gün)da doğu ölçümünde yüksek bir rezonans değerine sahipse T2(3.Hafta)de doğu ölçümünde yüksek bir rezonans değerine sahip olmaktadır. T0(0.gün)da doğu ölçümünde düşük bir rezonans değerine sahipse T2(3.Hafta)de doğu ölçümünde düşük bir rezonans değerine sahip olmaktadır.

Yani T0(0.gün)da ve T2(3.Hafta)de doğu ve batı yönlerdeki reorganizasyon faaliyetleri benzer olabilir.

Diğer yönler için hiçbir öngöründe bulunulamamaktadır.

2- RFA ölçülen ONMİ'LER (Yüksüz ONMİ'ler):

Han ve arkadaşları; 4.1 mm çapındaki 25 adet dental implantı, insan deneklerin alveol kemiklerine çakmıştır. Bu implantlara çalışma boyunca hiçbir zaman hiçbir yük uygulanmamıştır. Hastaya çakılan implantların RFA değerleri, 0.günde, 4.günde, 1., 2., 3., 4., 6., 8. ve 12. haftalarda kaydedilmiştir.

Çalışma boyunca, 0. günde ölçülen RFA değerlerinin 4.günde, 1., 2., 3., 4. haftada kademeli olarak azaldığı, sonra 12. haftaya kadar kademeli olarak artarak eski seviyesine ulaştığı görülmüştür.

Han ve arkadaşları, bu çalışmalarında (osteoentegre dental implant) firma tarafından tavsiye edilen SmartPeg'leri firma tarafından tavsiye edilen şekilde kullanmışlardır [91].

Jackson ve arkadaşları, 3.3 mm çapındaki 20 adet palatal implantı, deneklerin rugalar bölgesine orta hatta çakmışlardır. Bu implantların 10 tanesine anında 200 gr yük uygulanmıştır. 10 tanesine ise hiç yük uygulanmamıştır. Çalışmada 0.günde ve 8.haftada olmak üzere 2 defa RFA ölçümü yapılmıştır. Çalışmada kullanılan 20 palatal implantın yarısı yüklenmiş yarısına hiç yük yüklenmemiştir. 0.gün çakma RFA değerleri ve 8.Hafta sökme RFA değerleri karşılaştırıldığında yüksüz grupta RFA değerlerinin arttığı gözlenmiştir.

Jackson ve arkadaşları, bu çalışmalarında (osteoentegre palatal implant) firma tarafından tavsiye edilen SmartPeg'leri firma tarafından tavsiye edilen şekilde kullanmışlardır [131].

Ure ve arkadaşları, 1.6 mm çapındaki, 22 adet self-drilling ONMİ'yi kılavuz delik açmaksızın 2 köpeğin maksillalarına (birincisine 5-5, ikinci köpeğe 6-6 adet) çakmışlardır. Bu ONMİ'lere çalışma boyunca hiçbir zaman hiçbir yük

uygulanmamıştır. Bu ONMİ'lerin RFA değerleri; 8 hafta boyunca haftada bir kez olmak üzere 9 kez (0.günde, 1., 2., 3., 4.,5. 6., 7. 8. haftalarda) kaydedilmiştir.

ONMİ'lerin 0. günde ölçülen RFA değerlerinin 1., 2. ve 3.haftaya kadar kademeli olarak azaldığı, 4. ve 5.haftada kademeli olarak arttığı, 6. 7. ve 8.haftada ise bu düzeyde kaldığı görülmüştür.

Ure ve arkadaşlarının bu çalışmalarında (yüksüz ONMİ) ONMİ'nin baş kısmı modifiye edilmiş, kaynaklanmış ya da tornalanmış olduğundan, çalışmada bildirilen bulgular, araştırmamızdaki bulgularla karşılaştırılamamıştır [32].

Cuairan ve arkadaşları, 1.6 mm çapındaki 60 adet self drilling ONMİ'yi 1.1 mm çapında kılavuz delik açarak 3 köpeğin mandibulalarına çaktıkları bir çalışmada; mandibulaların kontrol taraflarında kullanılan 30 adet ONMİ'nin çevresine sadece serum fizyolojik enjekte edilmiştir. Bu ONMİ'lere çalışma boyunca hiçbir zaman hiçbir yük uygulanmamıştır. Tıpkı Ure ve arkadaşları gibi bu çalışmada da ONMİ'lerin RFA değerleri; 8 hafta boyunca haftada bir kez olmak üzere 9 kez (0.günde, 1., 2., 3., 4.,5. 6., 7. 8. haftalarda) kaydedilmiştir.

Kontrol grubundaki ONMİ'lerin 0. günde ölçülen RFA değerlerinin 5.haftaya kadar kademeli olarak azaldığı, 5. ve 6. haftada kademeli olarak artarak 0. günde ölçülen seviyesine yükseldiği, 7. ve 8. haftada ise kademeli olarak azalarak 0. günde ölçülen seviyesinin de altına düştüğü görülmüştür.

Cuairan ve arkadaşlarının bu çalışmalarında (yüksüz ONMİ) ONMİ'nin baş kısmı modifiye edilmiş, kaynaklanmış ya da tornalanmış olduğundan, çalışmada bildirilen bulgular, araştırmamızdaki bulgularla karşılaştırılamamıştır[90].

Uysal ve arkadaşları, 1.4 mm çapındaki 60 adet self-drilling ONMİ'yi kılavuz delik açmaksızın 15 tavşanın sağ ve sol tibialarına 2'şer adet çakmışlardır. 30 adedine (bir tavşanın bir tibiası) fotobiyomodülasyon uygulamışlar (çalışma grubu), diğer 30 adedine ise (bir tavşanın diğer tibiası) uygulamamışlardır (kontrol grubu). Bu 15 tavşanın 5 adedinin ONMİ'lerine hiç yük yüklememiş, 5 adedinin ONMİ'lerine 1,5 N'luk yük yüklemiş, 5 adedinin ONMİ'lerine ise 3 N'luk yük yüklemişlerdir. Çalışmada 0.günde ve 3.haftada olmak üzere 2 anda RFA ölçümü yapılmıştır. Biz fotobiyomodülasyon uygulanmamış olan gruptan (kontrol grubu) elde edilen

değerleri dikkate alıp inceledik. Kontrol grubunda yüklü ve yüksüz tüm ONMİ'lerin RFA değerlerinde anlamlı bir değişiklik bulunamamıştır.

Uysal ve arkadaşlarının bu çalışmalarında (yüksüz ONMİ) hem ONMİ'nin baş kısmı hem de SmartPeg'in bağlantı kısmı modifiye edilmiş, kaynaklanmış ya da tornalanmış olduğundan, çalışmada bildirilen bulgular, araştırmamızdaki bulgularla karşılaştırılamamıştır [89].

Araştırmamızda, çalışma boyunca hiçbir zaman hiçbir yük uygulanmamış olan 36 adet ONMİ'nin (yüksüz ONMİ'lerin) RFA değerlerinin zaman içinde değişimleri incelendiğinde, elde edilen bulgular şöyledir:

Yüksüz ONMİ'lerin T0(0.Gün) çakma RFA değerleri ile T1(1.Hafta) sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur. Yani yüksüz ONMİ'ler, T0(0.gün), T1(1.Hafta) ve T3(5.Hafta)da aynı rezonansta titreşmektedir (4. 7.).

Yüksüz ONMİ'lerin T1(1.Hafta) sökme RFA değerleri ile T2(3.Hafta) sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur. Yani yüksüz ONMİ'ler, T1(1.Hafta) ve T2(3.Hafta)da aynı rezonansta titreşmektedir (Çizelge 4.7.).

Yüksüz ONMİ'lerin T2(3.Hafta) ile T3(5.Hafta) arasında sökme RFA değerinde manidar bir azalma bulunmuştur. Yani yüksüz ONMİ'ler, T3(5.Hafta)'te T2(3.Hafta)'de sahip olduklarından düşük bir rezonans değerinde titreşmektedir (Çizelge 4.7.).

Yüksüz ONMİ'lerin T0(0.Gün) çakma RFA değerleri ile T2(3.Hafta) sökme RFA değerleri arasında manidar bir artış bulunmuştur Yani yüksüz ONMİ'ler, T2(3.Hafta)'de T0(0.gün)'da sahip olduklarından yüksek bir rezonans değerinde titreşmektedir (Çizelge 4.7.).

Yüksüz ONMİ'lerin T0(0.Gün) ile T3(5.Hafta) sökme RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur. Yani yüksüz ONMİ'ler, T0(0.gün), T1(1.Hafta) ve T3(5.Hafta)da aynı rezonansta titreşmektedir (Çizelge 4.7.).

Yani yüksüz ONMİ'ler RFA değerleri 5 haftalık sürecin sonunda, 0.gündeki değerine geri dönmüştür.

Özetle, T0(0.Gün) dan T1(1.Hafta)'e kadar değişmemiş ancak manidar bir fark yaratmayacak şekilde standart sapmanın üst sınırına yakın artmışlardır. T1(1.Hafta)den T2(3.Hafta) ye kadar manidar bir fark yaratmayacak şekilde standart sapmanın üst sınırına yakın artmışlardır. T0(0.Gün) ile T2(3.Hafta) arasında gözlemlenen; ancak T0(0.Gün) ile T1(1.Hafta) ve T1(1.Hafta) ile T2(3.Hafta) arasında gözlemlenemeyen manidar artışın sebebi budur. T0(0.Gün) ve T2(3.Hafta) arasında çevre kemik yoğunluğu değişmiş; kemikteki reorganizasyon sebebiyle F noktası daha yukarı taşınmış ya da bunların her ikisi de olmuş olabilir.

Yüksüz ONMİ'lerde T2(3.Hafta) den T3(5.Hafta)e ise kadar manidar bir düşüş olduğu gözlenmiştir. RFA değerleri T3(5.Hafta)te T0(0.Gün) ve T1(1.Hafta) ile manidar bir fark oluşturmayacak biçimde eski seviyesine inmektedir.

Bu değişimleri yorumlayabilmek ve nasıl oluştuğunu izleyebilmek için RFA çalışmalarına ek olarak bir de histolojik vs. çalışmaların da yapılması gerekmektedir. Çünkü bir ONMİ'nin çevresindeki kemikteki histolojik seviyedeki faaliyet değişiminin ONMİ'nin RFA değerine olan etkisi ve korelasyonu hakkında henüz bir çalışma yoktur.

Özetlemek gerekirse; araştırmamızın bulguları(yüksüz ONMİ) diğer çalışmalardan farklılıklar göstermektedir; Han ve arkadaşları, Jackson ve arkadaşları çapı, boyu ve osteoentegrasyon sistemi ONMİ'lerden çok farklı olan dental ve palatal implantlar kullanmışlardır. Ure ve arkadaşları, Cuairan ve arkadaşları ve Uysal ve arkadaşları ise ONMİ'nin baş kısmını modifiye etmiş, kaynaklamış ya da tornalamış oldukları ve firma tarafından tavsiye edilen SmartPeg'leri firma tarafından tavsiye edilen şekilde kullanmamış oldukları için bizim çalışmamız ile karşılaştırma yapılamamıştır.

3- RFA ölçülen ONMİ'LER (Yüklü ONMİ'ler):

Jackson ve arkadaşları; 3.3 mm çapındaki 20 adet palatal implantı, deneklerin rugalar bölgesine orta hatta çakmışlardır. Bu implantların 10 tanesine anında 200 gr yük uygulanmıştır. 10 tanesine ise hiç yük uygulanmamıştır. Çalışmada 0.günde ve 8.haftada olmak üzere 2 defa RFA ölçümü yapılmıştır. Çalışmada kullanılan 20

palatal implantın yarısı yüklenmiş yarısına hiç yük yüklenmemiştir. 0.gün çakma RFA değerleri ve 8.Hafta sökme RFA değerleri karşılaştırıldığında yüklü grupta RFA değerlerinin değişmediği gözlenmiştir.

Jackson ve arkadaşları, bu çalışmalarında (osteoentegre palatal implant) firma tarafından tavsiye edilen SmartPeg'leri firma tarafından tavsiye edilen şekilde kullanmışlardır [131].

Uysal ve arkadaşları, 1.4 mm çapındaki 60 adet self-drilling ONMİ'yi kılavuz delik açmaksızın 15 tavşanın sağ ve sol tibialarına 2'şer adet çakmışlardır. 30 adedine (bir tavşanın bir tibiası) fotobiyomodülasyon uygulamışlar (çalışma grubu), diğer 30 adedine ise (bir tavşanın diğer tibiası) uygulamamışlardır(kontrol grubu). Bu 15 tavşanın 5 adedinin ONMİ'lerine hiç yük yüklememiş, 5 adedinin ONMİ'lerine 1,5N'luk yük yüklemiş, 5 adedinin ONMİ'lerine ise 3N'luk yük yüklemişlerdir. Çalışmada 0.günde ve 3.haftada olmak üzere 2 anda RFA ölçümü yapılmıştır. Biz fotobiyomodülasyon uygulanmamış olan grublardan elde edilen değerleri dikkate alıp inceledik.1,5N yük yüklenen grupta 0. gün çakma RFA değerleri ile 3.hafta RFA değerleri arasında manidar bir azalma söz konusudur 3N yük yüklenen grupta 0. gün çakma RFA değerleri ile 3.hafta RFA değerleri arasında manidar bir azalma söz konusudur;1,5N yük yüklenen gruptaki azalma ile 3N yük yüklenen gruptaki azalma arasında bir karşılaştırma yapılmamıştır.

Uysal ve arkadaşlarının bu çalışmalarında (yüklü ONMİ) hem ONMİ'nin baş kısmı hem de SmartPeg'in bağlantı kısmı modifiye edilmiş, kaynaklanmış ya da tornalanmış olduğundan, çalışmada bildirilen bulgular, araştırmamızdaki bulgularla karşılaştırılamamıştır [89].

Kim ve arkadaşları, 1.6 mm çapındaki 16 adet self-drilling ONMİ'yi kılavuz delik açmaksızın köpek maksillalarına çakmış ve tümünü araştırmalarında belirtilen şekilde "2 N-3 N arasında bir kuvvetle" yüklemişlerdir. RFA değerleri 0.günde 1.haftada ve 17. haftada ölçülmüştür. Tüm gruplarda tüm zamanlarda RFA değeri manidar şekilde değişmemiştir.

Kim ve arkadaşlarının çalışmasında (yükü ONMİ) SmartPeg'in bağlantı kısmı modifiye edilmiş, kaynaklanmış ya da tornalanmış olduğundan, çalışmada bildirilen bulgular, araştırmamızdaki bulgularla karşılaştırılamamıştır [13].

Araştırmamızda, "çalışma boyunca hiçbir zaman hiçbir yük uygulanmamış olan 36 adet ONMİ'nin (yükü ONMİ'ler)" RFA değerlerinin zaman içinde değişimleri incelendiğinde, elde edilen bulgular şöyledir:

Yükü ONMİ'lerin T0(0.Gün) çakma RFA değerleri ile T1(1.Hafta) sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur. Yani ONMİ'ler, T0(0.gün), T1(1.Hafta) ve T3(5.Hafta)da aynı rezonansta titreşmektedir (Çizelge 4.8.).

Yükü ONMİ'lerin T1(1.Hafta) sökme RFA değerleri ile T2(3.Hafta) sökme RFA değerleri arasında manidar fark yoktur. Yani ONMİ'ler, T1(1.Hafta) ve T2(3.Hafta)da aynı rezonansta titreşmektedir (Çizelge 4.8.).

Yükü ONMİ'lerin T2(3.Hafta) ile T3(5.Hafta) arasında sökme RFA değerinde manidar bir azalma bulunmuştur. Yani ONMİ'ler, T3(5.Hafta)'te T2(3.Hafta)'de sahip olduklarından düşük bir rezonans değerinde titreşmektedir (Çizelge 4.8.).

Yükü ONMİ'lerin T0(0.Gün) çakma RFA değerleri ile T2(3.Hafta) sökme RFA değerleri arasında manidar bir artış bulunmuştur Yani ONMİ'ler, T2(3.Hafta)'de T0(0.gün)'da sahip olduklarından yüksek bir rezonans değerinde titreşmektedir (Çizelge 4.8.).

Yükü ONMİ'lerin T0(0.Gün) ile T3(5.Hafta) sökme RFA değerleri arasında manidar bir fark yoktur. Yani ONMİ'ler, T0(0.gün), T1(1.Hafta) ve T3(5.Hafta)da aynı rezonansta titreşmektedir (Çizelge 4.8.).

Yani yükü ONMİ'ler RFA değerleri 5 haftalık sürecin sonunda, 0.gündeki değerine geri dönmüştür.

Özetle, T0(0.Gün) dan T1(1.Hafta)'e kadar değişmemiş ancak manidar bir fark yaratmayacak şekilde standart sapmanın üst sınırına yakın artmışlardır. T1(1.Hafta)den T2(3.Hafta) ye kadar manidar bir fark yaratmayacak şekilde standart sapmanın üst sınırına yakın artmışlardır.T0(0.Gün) ile T2(3.Hafta)

arasında gözlemlenen; ancak T0(0.Gün) ile T1(1.Hafta) ve T1(1.Hafta) ile T2(3.Hafta) arasında gözlemlenemeyen manidar artışın sebebi budur. T0(0.Gün) ve T2(3.Hafta) arasında çevre kemik yoğunluğu değişmiş; kemikteki reorganizasyon sebebiyle F noktası daha yukarı taşınmış ya da bunların her ikisi de olmuş olabilir.

Ancak, yüklü ONMİ'lerde T2(3.Hafta) den T3(5.Hafta)e ise kadar manidar bir düşüş olmadığı gözlemlenmiştir. RFA değerleri T3(5.Hafta)den sonra değişmemekte, aynı kalmaktadır (Çizelge 4.8.).

Bu değişimleri yorumlayabilmek ve nasıl oluştuğunu izleyebilmek için RFA çalışmalarına ek olarak bir de histolojik vs. çalışmaların da yapılması gerekmektedir. Çünkü bir ONMİ'nin çevresindeki kemikteki histolojik seviyedeki faaliyet değişiminin ONMİ'nin RFA değerine olan etkisi ve korelasyonu hakkında henüz bir çalışma yoktur.

Araştırmamızın bulguları diğer benzer çalışmalardan farklıdır; ancak, Kim ve arkadaşları ve Uysal ve arkadaşları ONMİ'nin baş kısmını modifiye etmiş, kaynaklamış ya da tornalamış oldukları için, çalışmalar arası karşılaştırma yapılamamıştır.

Özetlemek gerekirse; araştırmamızın (yüklü ONMİ) bulguları diğer çalışmalardan farklılıklar göstermektedir; Jackson ve arkadaşları çapı, boyu ve osteoentegrasyon sistemi ONMİ'lerden çok farklı olan palatal implantlar kullanmışlardır. Kim ve arkadaşları ve Uysal ve arkadaşları ise ONMİ'nin baş kısmını modifiye etmiş, kaynaklamış ya da tornalamış oldukları ve firma tarafından tavsiye edilen SmartPeg'leri firma tarafından tavsiye edilen şekilde kullanmamış oldukları için bizim çalışmamız ile karşılaştırma yapılamamıştır.

3-RFA ölçülen ONMİ'LER (Yüksüz ve Yüklü ONMİ'lerin farklı zamanlarda ölçülen RFA değerleri arasındaki farklar):

Araştırmamızdaki yüklü ONMİ'lerden ölçülen çakma RFA ve sökme RFA değerlerinin T0(0.Gün), T1(1.Hafta), T2(3.Hafta) ve T3(5.Hafta) boyunca değişimi incelendiğinde, Çizelge 4.8.'de görüldüğü gibi T0(0.Gün) çakma RFA değerleri ile

T1(1.Hafta) sökme RFA değerleri arasında manidar fark yokken, T0(0.Gün) çakma RFA değerleri ile T2(3.Hafta) sökme RFA değerleri arasında manidar bir artış söz konusudur. Ancak, T2(3.Hafta) ile T3(5.Hafta) arasında, yüksüz ONMİ'ler için elde edilen bulgularda gözlemlenen(Çizelge 7), sökme RFA değerindeki manidar düşüş meydana gelmemiş; RFA değerleri aynı seviyede kalmıştır (Çizelge 4.8.). Yani, ONMİ'ye yüklediğimiz 1N'luk yük, iyileşme sürecinde, ONMİ'nin RFA ölçümlerini etkileyen faktörlerden birini, bir kaçını ya da tümünü etkilemiş, ve yüksüz ONMİ'lerde T2(3.Hafta) ve T3(5.Hafta) arasında meydana gelen sökme RFA değerindeki azalma izlenmemiştir.

Yüklü ve yüksüz ONMİ'lerin T0(0.Gün) anında çakma RFA değerleri, T1(1.Hafta), T2(3.Hafta) ve T3(5.Hafta) anlarında sökme RFA değerleri arasındaki farklara bakıldığında T0(0.Gün), T2(3.Hafta) ve T3(5.Hafta) anlarında manidar bir fark yoktur; ancak T1(1.Hafta) anında yüksüz ONMİ'lerin sökme RFA değerleri, yüklü ONMİ'lerin sökme RFA değerlerinden daha çoktur (Çizelge 4.9.).

Yüksüz ONMİ'lerin T0(0.Gün) çakma RFA değeri ile T1(1.Hafta) sökme RFA değeri arasında manidar bir fark gözlenmemektedir.(Çizelge 4.9.). Yüklü ONMİ'lerin T0(0.Gün) çakma RFA değeri ile T1(1.Hafta) sökme RFA değeri arasında da manidar bir fark gözlenmemektedir (Çizelge 4.10.). T1(1.Hafta) anında bu iki grup arasında gözlenen manidar farkın sebebi şöyle açıklanabilir: T1(1.Hafta) anında Yüklü ONMİ grubunun bulguları, standart sapma sınırları içerisinde alt sınıra yakın dağılmış iken, yüksüz ONMİ grubunun bulguları, standart sapma içerisinde üst sınıra yakın dağılmış olup, T1(1.Hafta) anında arada manidar bir fark ortaya çıkmaktadır.

4- RFA ölçülen ONMİ'ler (Tüm ONMİ'ler):

a) Farklar:

Tüm ONMİ'ler yüklü ya da yüksüz ayırt edilmeden incelendiğinde;

Araştırmamızda, Çizelge 4.16.'da göüldüğü gibi, tüm ONMİ'ler için RFA değeri T0(0.Gün) ile T1(1.Hafta) arasında ve T1(1.Hafta) ile T2(3.Hafta) arasında manidar bir değişim göstermemiştir. Ancak T0(0.Gün) çakma RFA ile T2(3.Hafta) sökme RFA karşılaştırıldığında, değerin manidar bir şekilde arttığı gözlemlenmiştir.

Demek ki, RFA değerleri, T0(0.Gün) ile T1(1.Hafta) arasında ve T1(1.Hafta) ile T2(3.Hafta) arasında, manidar bir fark yaratmayacak şekilde standart sapmanın üst sınırına yakın dağılmışlardır. T0(0.Gün) çakma RFA ile T2(3.Hafta) sökme RFA karşılaştırıldığında gözlemlenen; ancak daha önce gözlemlenemeyen manidar artışın sebebi budur.

T2(3.Hafta) sökme RFA ile T3(5.Hafta) RFA değerleri karşılaştırıldığında ise manidar bir düşüş gözlemlenmiştir. T0(0.Gün) ile T3(5.Hafta) arasında manidar bir fark olmaması, RFA değerinin T2(3.Hafta) - T3(5.Hafta) arasında başlangıç seviyesine döndüğünü göstermektedir (Çizelge 4.16.).

RFA değerinin zaman içinde değişmesi F noktası ile SmartPeg ucu arasındaki mesafenin de değiştiğini; yani çevredeki kemiğin reorganize olduğunu göstermektedir. Ya da kemik yoğunluğu da değişmiş olabilir. Değişimin nasıl olduğunu izleyebilmek için bu çalışmalara ek olarak bir de histolojik çalışma da yapılması gerekmektedir.

b) Korelasyonlar:

Tüm ONMİ'lerin RFA değerleri arasındaki korelasyonlar incelendiğinde; Çizelge 4.14.'te görüldüğü gibi sadece T0(0.gün) çakma RFA değerleri ile T2(3.Hafta) sökme RFA değerleri arasında pozitif korelasyon vardır.

Diğer zamanlardaki çakma RFA değerleri ve sökme RFA değerleri arasında korelasyon yoktur.

Yani, bir ONMİ'nin çakma RFA değerlerine bakılarak sadece T2(3.Hafta) sökme RFA değerleri hakkında tahmin yürütülebilir. Bir ONMİ'nin çakma RFA değeri ne kadar yüksekse, T2(3.Hafta) sökme RFA değeri de o kadar yüksek olacaktır; çakma RFA değeri ne kadar düşükse, T2(3.Hafta) sökme RFA değeri de o kadar düşük olacaktır. Diğer zamanlardaki RFA değerlerine bakarak tahminde bulunulamaz.

TORK

1-Tork ölçülen ONMİ'LER (Yüksüz ONMİ'ler):

Okazaki ve arkadaşları, çalışmalarında (yüksüz ONMİ) 1.2 mm çapındaki 72 adet self-tapping ONMİ'yi 1.0 mm'lik ve 1.2 mm'lik kılavuz delik açarak köpek femurlarına çakmıştır. Bu ONMİ'lere hiçbir zaman hiçbir yük uygulanmamıştır. Bu ONMİ'lerden 36 adedi açılan 1.2 mm çapındaki kılavuz delik içine çakılmıştır. Ancak 1.2 mm lik deliğe 1.2 mm lik ONMİ'nin nasıl "çakılabildiği" bilimsel olarak anlaşılamadığı için burada ölçüldüğü bildirilen değerler değerlendirme dışı bırakılmıştır.

ONMİ'lerin kalan 36 adedi ise açılan 1.0 mm çapındaki kılavuz delik içine çakılmıştır. Her iki gruptan 6'şar ONMİ, sökme torku kaydedilerek sırasıyla 0.gün, 1., 3., 6., 9. ve 12. haftalarda sökülmüştür. 1 mm çapındaki kılavuz delikli grupta sökme torku değerleri 1. haftadan 3. haftaya kadar düşmüş, 3 haftada ulaştığı değer 6. haftada korunmuş, aynı kalmıştır [86].

Araştırmamızda (yüksüz ONMİ) ONMİ'lerin yarısına (36 adet ONMİ'ye) yük uygulanmamıştır. Bu ONMİ'lerin T0(0.gün) sökme torku ölçümü yapılmamıştır. Okazaki'nin çalışmasında da 5 hafta ölçümleri yapılmamış, onun yerine 6. haftada ölçüm yapılmıştır.

Araştırmamızdaki (yüksüz ONMİ) ONMİ'lerin T1(1hafta) sökme torku değerleri ile T2(3.hafta) sökme torku değerleri arasında manidar bir azalma vardır. T1(1hafta) sökme torku değerleri ile T3(5.hafta) sökme torku değerleri arasında da manidar bir azalma vardır. T2(3.hafta) sökme torku değerleri ve T3(5.hafta) sökme torku değerleri arasında manidar bir fark yoktur (Çizelge 4.10.).

Yani, bulgularımız Okazaki ve arkadaşlarının çalışmalarında (yüksüz ONMİ) 1 mm kılavuz delik içine çakılan ONMİ'lerin bulguları ile benzeşmektedir. Her iki çalışmada da 1. haftada ölçülen sökme torku değeri 3. haftaya kadar azalmıştır. 3. haftada ONMİ daha kolay sökülebilmektedir. 3. haftada alçalarak ulaşılan sökme torku değerinin 5. haftada da (Okazaki ve arkadaşlarının çalışmasında 6. hafta) aynı kaldığı görülmüştür. Bu bulgunun sebebi şunlar olabilir: ONMİ, ilk çakıldığı anda, ONMİ'nin kemikle temasta olduğu bitişik komşu bölgelerde bir stres

meydana gelmektedir. Bu stres, zamanla komşu bölgelerdeki osteoklastik ve osteoblastik aktiviteyi artırmaktadır. Bu iki aktivitenin birlikte ve bir uyum içinde meydana gelmesi ile bu stres rahatlatılmakta ve çevre doku reorganizasyon faaliyetleri ile ONMİ çakılmadan önceki haline döndürülmeye çalışılmaktadır. Önce osteoklastik aktivite baskın gelmekte, ancak zamanla osteoblastik aktivite ile bir denge kurularak ONMİ'nin sökme torku değeri o seviyede korunmaktadır. Sökme torku değerinin zaman içinde azalmasının ve sonra düştüğü seviyede kalmasının sebebinin bu faaliyetler olduğu düşünülmektedir.

2-Tork ölçülen ONMİ'LER (Yüklü ONMİ'ler):

Serra ve arkadaşları, çalışmalarında (yüklü ONMİ) 72 adet 2 mm çapında self-tapping ONMİ'yi 1.6 mm çapında kılavuz delik açarak tavşan tibialarına her tibiaya 4 adet olacak şekilde Bu ONMİ'lerden 2'sini 1 N yük ile hemen yüklemiş, diğer ikisine hiç yük yüklememiştir. 1.haftada, 4.haftada ve 12.haftada sökme torku ölçülmüştür. 1.hafta ve 4. hafta arasında sökme torku değişmemiştir; ayrıca bu anlarda yüklü ve yüksüz ONMİ'lerin sökme torkları arasında da manidar fark yoktur. 4.hafta ile 12.hafta bulguları kıyaslandığında manidar bir artış gözlemlenmiştir; ayrıca 12.haftada yüksüz ONMİ'lerin sökme torku, yüklü ONMİ'lerin sökme torkundan daha fazla bulunmuştur[77].

Araştırmamızda, yüklü ONMİ'lerden ölçülen sökme torku değerlerinin T1(1.Hafta), T2(3.Hafta) ve T3(5.Hafta) boyunca değişimi incelendiğinde, sökme torku değeri T1(1.Hafta) ile T2(3.Hafta) arasında manidar bir azalma göstermiştir. (Çizelge 4.11.) T2(3.Hafta) ile T3(5.Hafta) arasında ise manidar bir fark gözlemlenmemiştir.

Yüklü ONMİ'ler, yüksüz ONMİ'ler ile T0(0.Gün) anında çakma torku farkları, T1(1.Hafta), T2(3.Hafta) ve T3(5.Hafta) anlarında sökme torku farkları bakımından karşılaştırıldığında manidar bir fark gözlemlenmemiştir (Çizelge 4.12.).

Yani, 5 haftalık süreçte, yüklü ONMİ'ler ile yüksüz ONMİ'lerin etrafındaki kemik aynı şekilde iyileşmektedir.

3- TORK ölçülen ONMİ'ler (Tüm ONMİ'ler):

a) Korelasyon:

Tüm ONMİ'lerin tork ölçümlerinin tüm zamanlar arasındaki korelasyonu incelendiğinde,

Çizelge 4.13.'te görüldüğü gibi, tüm ONMİ'lerin T0(0.gün) çakma torku değerleri ile T1(1.Hafta) ve T2(3.Hafta) sökme torku değerleri arasında korelasyon yok iken T3(5.Hafta) sökme torku değerleri arasında negatif korelasyon var olması şunları göstermektedir: T0(0.gün) da yani ONMİ tam çakılırken ölçülen tork değeri ne olursa olsun, T1(1.Hafta) deki ve T2(3. hafta) deki sökme torkunun artacağı veya azalacağı yönünde bir tahminde bulunulamaz, Ancak negatif korelasyon sebebiyle 5. haftadaki sökme torku değeri hakkında tahminde bulunulabilir. Bir ONMİ'nin çakma torku değeri ne kadar yüksek ise 5. haftada sökme torku o kadar (negatif sayılar cinsinden) düşük olacak, çakma torku değeri ne kadar düşük ise 5. haftada sökme torku o kadar (negatif sayılar cinsinden) o kadar yüksek olacaktır. Negatif cinsinden küçülme ise klinik açıdan daha sökülmeye direncin arttığı anlamına gelmektedir.

Özetle, bir ONMİ'nin çakma torku değeri ne kadar yüksek ise 5. haftada o ONMİ'yi sökmek o kadar zor olacak, çakma torku değeri ne kadar düşük ise 5. haftada o ONMİ'yi sökmek o kadar kolay olacaktır.

b) Fark:

Tüm ONMİ'lerin tüm zamanlarda ölçülen tork değerleri arasındaki farklar incelendiğinde Çizelge 4.15.'te görüldüğü gibi,

T1(1hafta) sökme torku değerleri ile T2(3.hafta) sökme torku değerleri arasında manidar bir azalma vardır.

T1(1hafta) sökme torku değerleri ile T3(5.hafta) sökme torku değerleri arasında da manidar bir azalma vardır.

T2(3.hafta) sökme torku değerleri ve T3(5.hafta) sökme torku değerleri arasında fark yoktur.

Ölçümler arası farkların varlığına; istatistiksel olarak, ancak aynı birim üstünden yapılan ölçümler arasında bakılabilmektedir.

Sökme torku değerleri arasındaki farkların varlığına bakılabilmektedir.

Çakma torku değerleri ile sökme torku değerleri arasında bir farkların varlığına ise yapılamamıştır. Çünkü; her ikisi de aynı birime (Ncm) sahip olmasına rağmen, birbirinden çok farklı iki ölçüm değeridir. Bu sebeple (T0(0.gün) çakma torku) ile sökme torku değerleri (T1(1.Hafta) ve T2(3.Hafta), T3(5.Hafta) sökme torku) arasındaki farkların varlığının istatistiki açıdan karşılaştırılması mümkün olmamıştır.

5.4.3. RFA ve Tork ilişkisi

Suzuki ve arkadaşları ONMİ'leri 1.5 mm çapındaki 200 adet self-drilling ONMİ'yi kılavuz delik açmaksızın kadavraların maksilla ve mandibularına çakmış ve çakma torku ve çakma RFA değerlerini ölçmüşlerdir. Çakma torku ile çakma RFA değerleri arasında pozitif bir korelasyon bulunduğunu bildirmişlerdir.

Suzuki ve arkadaşlarının çalışmasında SmartPeg'in bağlantı kısmı modifiye edilmiş, kaynaklanmış ya da tornalanmış olduğundan, çalışmada bildirilen bulgular, araştırmamızdaki bulgularla karşılaştırılamamıştır [82].

Korelasyon ancak aynı ONMİ üzerinde yapılan ölçümlerden kurulabilmektedir.

Çizelge 4.13. 'te görüldüğü gibi, çalışmamızda T0(0.Gün) tork ve RFA değerleriyle, T1(1.Hafta) ve T2(3.Hafta), T3(5.Hafta) tork ve RFA değerleri arasında korelasyonlar aranmıştır.

Çalışmamızdaki T0(0.gün) çakma torku değerleri ve T0(0.gün) çakma RFA değerleri arasındaki pozitif korelasyonun var olması T0(0.gün) da yani ONMİ tam çakılırken, çakma torku değerleri ne kadar yüksek ise çakma RFA değerlerinin de o kadar yüksek olacağını göstermektedir.

Çalışmamızda RFA ile tork arasında başka bir korelasyon gözlemlenmemiştir (Çizelge 4.13.).

5.4.4. Başarı Oranı

Bir ONMİ'nin başarılı olması demek, basitçe çakıldıktan sökülene kadar, yani ihtiyaç duyulan süre boyunca görevini yerine getirebilmesi demektir.

Cuairan ve arkadaşları, 1.6 mm çapındaki ONMİ'lere RFA ölçümü uyguladıklarında, RFA değerinin 25 ISQ ve daha az olduğu durumlarda ONMİ'nin mobil olduğunu, başarısız kabul edildiğini bildirmişlerdir [90].

Araştırmamızda ise, ONMİ'nin RFA değerinin 7 ISQ veya 10 ISQ olduğu durumlarda bile herhangi bir mobilite olmadığı gözlemlenmiştir.

Bunun sebebinin RFA değerini etkileyen şu 3 faktörden biri olabileceği düşünülmektedir:

- 1- Bölgedeki kemiğin sertliği
- 2- Osstell ISQ cihazının probunun tutuş şekli
- 3- SmartPeg'in ucunun, kemik yüzeyine olan mesafesi.

Schatzle ve arkadaşları 27 çalışmayı topluca değerlendirdikleri bir meta analizlerinde, çapı 1mm ve 2.3 mm arasında değişen ONMİ'ler için başarı oranı'nı ortalama %83.6 olarak bildirmişlerdir [141].

Kanaatimizce, bir çalışmada başarı,

ONMİ ile ilgili faktörler olan; ONMİ'nin tasarımı, ONMİ'nin yapıldığı malzemenin toksisitesi ve ONMİ'nin sterilizasyon seviyesine,

Kemik ile ilgili lokal faktörler olan; çakılan kemiğin kalitesi, çakma alanının hijyeni ve ONMİ sökülene kadar bölgenin hijyenine,

Birey ile ilgili sistemik faktörler olan; metabolizma hızı ve sistemik duruma,

Hekim ile ilgili faktörler olan; çakma yöntemi, çakma açısı, çakan hekimin tecrübesi ve ONMİ'nin çakma bölgesindeki önemli anatomik yapılara uzaklığına,

Yük ile ilgili faktörler olan; ONMİ'ye yüklenen yükün cinsi, yönü ve miktarı, gibi birçok faktöre bağlı olduğu gibi, günümüzde henüz bilinmeyen sebepler de mevcut olabilir.

Bu yüzden hiçbir çalışmada %100 başarı sağlamak için gerekli kriterler madde madde sıralanmamıştır.

Araştırmamızın başarı oranı %100'dür. Araştırma sonunda hiç bir ONMİ'de mobilite veya kayıp yaşanmamış ve tavşanların tümü araştırma boyunca sağlıklı kalmıştır.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

- 1) Yükleme yapmak veya yapmamak; bir ONMİ'nin aynı zamanda ve aynı pusula yönündeki (batı- batı, kuzey- kuzey v.s.) RFA değerlerine etki etmemektedir.
- 2) Tüm ONMİ'lerin çevresindeki kemik, dönemler içinde; 4 pusula yönünde de (doğu-kuzey-batı-güney) yönlerinde aynı kalitededir.
- 3) Tüm ONMİ'lerin çevresindeki kemikte, T0(0.gün)da ve T2(3.Hafta)de; doğu ve batı yönlerinde reorganizasyon faaliyetlerinin benzer olabileceği düşünülebilir.
- 4) Yüksüz ONMİ'lerin T1(1.Hafta) RFA değerleri, Yüklü ONMİ'lerden daha yüksektir.
- 5) Tüm ONMİ'lerin RFA değerlerinin zaman içinde değişmesi; F noktası değişmeksizin kemik yoğunluğunun değişmesinden, F noktası ile SmartPeg ucu arasındaki mesafenin de değiştiğini; F noktasının çevresel kemikteki reorganizasyon sebebiyle kalitesinin artması ile daha yukarı taşınmasından, ya da bunların her ikisinin birden gerçekleşmesinden kaynaklanıyor olabilir. Değişimin nasıl olduğunu izleyebilmek için bu çalışmalara ek olarak histolojik çalışma da yapılması gerekmektedir.
- 6) Bir ONMİ'nin çakma RFA değeri ne kadar yüksekse, T2(3.Hafta) sökme RFA değeri de o kadar yüksek olmaktadır; çakma RFA değeri ne kadar düşükse, T2(3.Hafta) sökme RFA değeri de o kadar düşük olmaktadır. Diğer zamanlardaki RFA değerlerine bakarak tahminde bulunulamaz.
- 7) Yüksüz ONMİ'lerin T0(0.gün) ve T2(3.Hafta) RFA değerleri arasındaki manidar artışın sebebi; Yüksüz ONMİ'lerin çevresindeki kemikte, T0(0.gün) ve T2(3.Hafta) arasında; F noktası değişmeksizin kemik yoğunluğunun değişmesi, F noktasının kemikteki reorganizasyon sebebiyle daha yukarı taşınması, ya da bunların her ikisinin birden gerçekleşmesi olabilir.

- 8) Yüklü ONMİ'lerin T0(0.gün) ve T2(3.Hafta) RFA değerleri arasındaki manidar artışın sebebi; Yüklü ONMİ'lerin çevresindeki kemikte, T0(0.gün) ve T2(3.Hafta) arasında; F noktası değişmeksizin kemik yoğunluğunun değişmesi, F noktasının kemikteki reorganizasyon sebebiyle daha yukarı taşınması, ya da bunların her ikisinin birden gerçekleşmesi olabilir.
- 9) Yüklü ve yüksüz ONMİ'lerin T0(0.Gün) çakma torkları arasında fark olmadığı gibi sökme torku sonuçları arasında fark yoktur.
- 10) Bir ONMİ'nin çakma torku değeri ne kadar yüksek ise 5. haftada o ONMİ'yi sökmek o kadar zor olacak, çakma torku değeri ne kadar düşük ise 5. haftada o ONMİ'yi sökmek o kadar kolay olacaktır. Diğer zamanlardaki tork değerlerine bakarak tahminde bulunulamaz.
- 11) Daha önceki çalışmalara veya sadece bizim çalışmamıza bakarak "başarı için bir RFA değeri" tespit edilemez. Bir standardizasyon oluşturulabilmesi, eşik değer tespiti yapılabilmesi için, daha çok çalışma yapılması gerekmektedir.
- 12) Firma tarafından standardize edilmeyen malzeme ve yöntemlerle yapılan ölçümleri ayrı bir kategoride değerlendirmek gerekir.
- 13) Dental implantların stabilitesinin ölçümünde yıllardır altın standart olarak kabul edilegelen RFA değeri ölçümü birkaç yönden Tork ölçümünden üstündür. RFA değeri ölçümü non-invaziv bir biçimde, bir ONMİ'nin hem çakılması sırasında, hem sökülmesi sırasında, hem de ara safhalarda ölçülebilmekte ve bu ölçümler de "eşdeğer ölçüm standardı" olarak kabul edilmektedir. Halbuki bir ONMİ'nin tork değerini mutlaka ya çakma (Çakma torku) veya sökme (sökme torku) sırasında ölçülebilmekte ve bu çakma torku ile sökme torku ölçümleri eşdeğer kabul edilememektedir.

6.2. Öneriler

6.2.1. Benzer çalışmalar için kurgu önerileri

1) Tez çalışmamızda T0(0.Gün) sökme torku ölçümünün yapılması etik kurulca onay verilmediği için gerçekleştirilememiştir. Halbuki T0(0.Gün) anında sökme torku ölçümünün yapılması, T0(0.gün) ile T1(1.Hafta), T0(0.gün) ile T2(3.Hafta), T0(0.gün) ile T3(5.Hafta), karşılaştırmalarının da yapılmasını sağlayacaktır.

Mümkünse T0(0.Gün) anında sökme torku ölçümünün yapılması uygundur.

2- Araştırmamızda tork ölçümü, dijital bir tork sensörünün manuel kullanılan "cırcırlı" bir tornavidaya adapte edilmesiyle yapılmıştır. ONMİ çakılırken önce yaklaşık 90 derecelik bir sıkma hareketi yapılmıştır. Sonra biraz duraksanmış beklenip vida geriye çevrilmeden cırcır mekanizması yaklaşık 90 derece geriye çalıştırılmış ve tekrar yeni bir 90 derecelik sıkma yapılmıştır. Yani uygulanan kuvvet sürekli değildir; kesikli ve değişken bir kuvvet yüklemesi yapılmıştır. Oysa standart mühendislik uygulamalarında olduğu gibi kuvvetin sürekli ve eksilmeksizin uygulanması gerekmektedir.

Mümkünse ONMİ'leri çakan torkmetrenin motorlu-otomatik bir mekanizması olması uygundur.

3- Deney hayvanının (Tavşan) tibiasına ONMİ çakarken, ONMİ önce kortikal kemiği delip medullar kanala girmekte, sonra ONMİ'nin boyuna göre kemik ince kaldığından, karşı kortikal kemiği delerek "bikortikal" olarak sıkışmaktadır.

İnsanlarda derinliğine kemik miktarı daha fazla olduğundan ONMİ'nin "monokortikal" çakılması mümkün olmaktadır.

Ayrıca tavşan tibiasında spongioz kemik çok azdır.

Mümkünse bu farklılıklar ilerde yapılacak çalışmalarda daha çok dikkate alınmalıdır.

4- Değişkenler arasındaki farkların ve korelasyonların daha belirgin ve güvenilir bir şekilde ortaya çıkması için daha fazla sayıda deney hayvanı kullanılması gereklidir.

Mümkünse deney hayvanı sayısı artırılmalıdır.

5- ONMİ'lerin çakıldığı bölgedeki kortikal ve spongioz kemiğin kalınlığı ve yoğunluğu sonuçları etkileyebilecek önemli bir faktördür.

Mümkünse çalışmada ONMİ'lerin çakıldığı bölgedeki kortikal ve spongioz kemiğin kalınlığı ve yoğunluğunun da ölçülmesi uygundur.

6- ONMİ'lerin stabilitesindeki değişimlerin hücresel seviyedeki sebeplerini daha iyi anlayabilmek için ONMİ'lerin çakıldığı bölgedeki kortikal ve spongioz kemikteki hücresel değişimleri de incelemek gerekmektedir.

Mümkünse çalışmada ONMİ'lerin çakıldığı bölgedeki kortikal ve spongioz kemikle alakalı histolojik bölümün de yer alması uygundur.

7- Çalışmanın sonuçlarının uzun dönem takip edilmesi ONMİ'lerin stabilitesi hakkında daha gerçekçi sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Elimizdeki bilgilerle ONMİ'lerin stabilite ile alakalı değerlerinin uzun dönemde nasıl değişeceği hakkında bir şey söylemek mümkün değildir.

Mümkünse deney süresinin uzatılması uygundur.

8- Elde edilen sonuçlar; deney hayvanının büyüme dönemi ile insanın büyüme dönemi arasında bir benzeşim yapılarak, deney hayvanının metabolizma hızı ile insanın metabolizma hızı arasında bir oran kurularak yorumlanmaktadır. Ancak eninde sonunda bu sonuçlardan insana birebir uygun çıkarımlar yapılması mümkün değildir.

Mümkünse bu çalışmanın, sonuçlar dikkate alınarak hastalar üzerinde tekrar edilmesi uygundur.

6.2.2. Hayvan alışmaları için neriler

Bir alışma ne kadar iyi kurgulanırsa kurgulansın, hayvan çalışmasında kullanılacak deneklerin geldiği yer, deneklerin nasıl yetiştirildiği, hayvan çalışmasının yürütüldüğü yerdeki ışık, hayvanlara verilen yiyecek, hayvanlara verilen su ve suya karıştırılan antibiyotikler, ortam sıcaklığı ve nemi, kafes genişliği, kafesin hijyeninin ne kadar kolay sağlandığı, hayvanların kaarlı tutulduğu, görevli personelin ilgisi, hayvan bakımının görevli personelin tek işi olup olmadığı, çalışma bölgesine görevli personelden başkasının girip giremediği faktörleri çalışmanın niteliğinde belirleyici olmaktadır. Bu faktörlerden sadece birisinin bile eksik ya da yanlış uygulanması bütün çalışmanın niteliğinin kaybolmasına sebebiyet verebilir.

Tüm faktörler kontrol altında olsa bile, çalışmayı yapan kişi ya da kişiler, çalışmanın yapıldığı yerdeki görevliler ile iyi diyalog içinde olup, çalışmanın önemini ve özellikle dikkat edilmesi gereken yerleri tekrar tekrar vurgulamalıdır. Hatta bu gibi çalışmalarda, mümkün olduğuunca çalışmanın başında durulmalı, gerekirse nbetleşerek kontrolün sağlandığından emin olunmalıdır.

Özellikle tavşanlarla çalışmadan önce, tavşan kemiğinin niteliği, hayvan deneyleri kurslarında ya da l deneklerden elde edilecek kemikler üzerinde denemeler yaparak iyice öğrenilmelidir.

Tavşan tibiasına ONMİ akarken, tibia alttan desteklenmelidir. Kortikal kemikleri kalın olsa bile, tavşan tibiaları uzun ince olduğuundan, alttan desteklenmezse, istenmeden çatlak ve kırık oluşturulabileceği unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

1. Proffit, W. (1993), Mechanical problems in orthodontic force control. In: Proffit W, Fields HW, editors. **Contemporary orthodontics**. Saint Louis: Mosby: p. 289-315.
2. Gainsforth, BL., Higley, LB. (1945), A study of orthodontic anchorage possibilities in basal bone. **American Journal of Orthodontics and Oral Surgery**. 31: p. 406-417.
3. Janssens, F., Swennen, G., Dujardin, T., Glineur, R., Malevez, C., (2002), Use of an onplant as orthodontic anchorage. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**. 122(5): p. 566-570.
4. Miyawaki, S., Koyama, I., Inoue, M., Mishima, K., Sugahara, T., Takano-Yamamoto, T., (2003) Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics** 124(4): p. 373-8.
5. Linkow, LI., (1969) The endosseous blade implant and its use in orthodontics. **International Journal Of Orthodontics**. 7(4): p. 149-54.
6. Nojima, K., (2001) The use of an osseointegrated implant for orthodontic anchorage to a class II div 1 malocclusion. **The Bulletin of Tokyo Dental College**, 42(3): p. 177-183.
7. Kanomi, R., (1997) Mini-implant for orthodontic anchorage. **Journal of Clinical Orthodontics**,. 31(11): p. 763-7.
8. Park, H.S., Bae, SM., Kyung, HM., Sung, JH., (2001)., Micro-implant anchorage for treatment of skeletal Class I bialveolar protrusion. **Journal of Clinical Orthodontics**, 35(7): p. 417-22.
9. Cope J.B. (2005), Temporary Anchorage Devices in Orthodontics: A Paradigm Shift. *Seminars in Orthodontics*. 11: p. 3-9.
10. Melsen, B., (2005) Mini-implants: Where are we? **Journal of Clinical Orthodontics** 39(9): p. 539-47
11. Migliorati, M., Benedicenti, S., Signori, A., Drago, S., Barberis, F., Tournier, H., Silvestrini-Biavati, A. (2012) Miniscrew design and bone characteristics: an experimental study of primary stability. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 142(2): p. 228-34.
12. Pithon, M., Nojima, M.G., Nojima L.I., (2011) In vitro evaluation of insertion and removal torques of orthodontic mini-implants. **International Journal of Oral Maxillofacial Surgery**,. 40(1): p. 80-5.

13. Kim, TW., Baek, SH., Kim, JW., Chang, YI., (2008) Effects of microgrooves on the success rate and soft tissue adaptation of orthodontic miniscrews. **The Angle Orthodontist**, 78(6): p. 1057-64.
14. Chaddad, K., Ferreira, AF., Geurs, N., Reddy, MS.,(2008) Influence of surface characteristics on survival rates of mini-implants. **The Angle Orthodontist**, 78(1): p. 107-13.
15. Brown, R.N., Sexton, BE., Gabriel Chu, TM., Katona, TR., Stewart, KT., Kyung, HM., Liu, SS.,(2014), Comparison of stainless steel and titanium alloy orthodontic miniscrew implants: a mechanical and histologic analysis. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 145(4): p. 496-504.
16. Son, S., Motoyoshi, M., Uchida, Y., Shimizu, N., (2014) Comparative study of the primary stability of self-drilling and self-tapping orthodontic miniscrews. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 145(4): p. 480-5.
17. Chang HH, Chen YJ, Lee D, Chiang HH, Yao CC.(2008), *Root contact during insertion of miniscrews for orthodontic anchorage increases the failure rate: an animal study*. **Clinical Oral Implants Research**. 19(1): p. 99-106.
18. Wilmes, B., Su, Y.Y., and Drescher, D., (2008) Insertion angle impact on primary stability of orthodontic mini-implants. **The Angle Orthodontist**. 78(6): p. 1065-70.
19. Wawrzinek, C., Sommer T., Fischer-Brandies H. (2008), Microdamage in cortical bone due to the overtightening of orthodontic microscrews. **Journal of Orofacial Orthopedics**,. 69(2): p. 121-34.
20. Wilmes, B., Rademacher C, Olthoff G, Drescher D. (2006), Parameters affecting primary stability of orthodontic mini-implants. **Journal of Orofacial Orthopedics**. 67(3): p. 162-74.
21. Baumgaertel S, Hans M.G. (2009), Buccal cortical bone thickness for mini-implant placement. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**(136): p. 230-235.
22. Liou, Pai BC, Lin JC.,(2004) Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces? **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**,. 126: p. 42-47.
23. Chen, Y., Kyung HM, Zhao WT, Yu WJ.,(2009) Critical factors for the success of orthodontic mini-implants: A systematic review. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**. 135(3): p. 284-291.
24. Deguchi, T., Takano-Yamamoto, T., Kanomi, R., Hartsfield, J. K., Roberts, W. E., & Garetto, L. P. (2003). The use of small titanium screws for orthodontic anchorage. **Journal of Dental Research**, 82(5), p.377-381.

25. Wilmes, B., & Drescher, D. (2011). Impact of bone quality, implant type, and implantation site preparation on insertion torques of mini-implants used for orthodontic anchorage. **International journal of oral and maxillofacial surgery**, 40(7), 697-703.
26. Pan, C. Y., Chou, S. T., Tseng, Y. C., Yang, Y. H., Wu, C. Y., Lan, T. H., ... & Chang, H. P. (2012). Influence of different implant materials on the primary stability of orthodontic mini-implants. **The Kaohsiung journal of medical sciences**, 28(12), 673-678.
27. Cha, J. Y., Takano-Yamamoto, T., & Hwang, C. J. (2009). The effect of miniscrew taper morphology on insertion and removal torque in dogs. **The International Journal Of Oral & Maxillofacial Implants**, 25(4), 777-783.
28. Meredith, N., Alleyne, D., & Cawley, P. (1996). Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis. **Clinical Oral Implants Research**, 7(3), 261-267.
29. Lachmann, S., Jäger, B., Axmann, D., Gomez-Roman, G., Groten, M., & Weber, H. (2006). Resonance frequency analysis and damping capacity assessment. **Clinical Oral Implants Research**, 17(1), 75-79.
30. Meredith, N.,(1994) The application of modal vibration analysis to study bone healing in vivo. **Journal of Dental Research**. 73: p. 793.
31. Nienkemper, M., Wilmes, B., Panayotidis, A., Pauls, A., Golubovic, V., Schwarz, F., & Drescher, D. (2012). Measurement of mini-implant stability using resonance frequency analysis. **The Angle Orthodontist**, 83(2), 230-238.
32. Ure, D. S., Oliver, D. R., Kim, K. B., Melo, A. C., & Buschang, P. H. (2011). Stability changes of miniscrew implants over time: a pilot resonance frequency analysis. **The Angle orthodontist**, 81(6), 994-1000.
33. Ure, D. S., Oliver, D. R., Kim, K. B., Melo, A. C., & Buschang, P. H. (2011). Stability changes of miniscrew implants over time: a pilot resonance frequency analysis. **The Angle orthodontist**, 81(6), 994-1000.
34. Feldmann, I., & Bondemark, L. (2006). Orthodontic anchorage: a systematic review. **The Angle orthodontist**, 76(3), 493-501.
35. Brånemark, P. I. (1965). Capillary form and function. The microcirculation of granulation tissue. **Bibliotheca anatomica**, 7, p. 9.
36. Brånemark, P. I., Breine, U., Adell, R., Hansson, B. O., Lindström, J., & Ohlsson, Å. (1969). Intra-osseous anchorage of dental prostheses: I. Experimental studies. **Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery and Hand Surgery**, 3(2), 81-100.

37. Creekmore, T.D. and Eklund M.K., (1983) *The possibility of skeletal anchorage*. **Journal of Clinical Orthodontics**. 17(4): p. 266-9.
38. Paik, C. H. (Ed.). (2009). Orthodontic Miniscrew Implants: Clinical Applications. **Elsevier Health Sciences**.
39. Jolley, T. H., & Chung, C. (2007). Peak torque values at fracture of orthodontic miniscrews. **Journal of Clinical Orthodontics**, 41(6), 326.
40. Song, Y. Y., Cha, J. Y., & Hwang, C. J. (2007). Mechanical characteristics of various orthodontic mini-screws in relation to artificial cortical bone thickness. **The Angle orthodontist**, 77(6), 979-985.
41. Kravitz, N. D., Kusnoto, B., Tsay, P. T., & Hohlt, W. F. (2007). Intrusion of overerupted upper first molar using two orthodontic miniscrews: A case report. **The Angle Orthodontist**, 77(5), 915-922.
42. Carano, A., Velo, S., Leone, P., & Siciliani, G. (2005). Clinical applications of the miniscrew anchorage system. **Journal of Clinical Orthodontics**, 39(1), 9-24.
43. Ruellas, A. C. D. O., Pithon, M. M., & Santos, R. L. D. (2013). Miniscrew-supported coil spring for molar uprighting: description. **Dental press journal of orthodontics**, 18(1), 45-49.
44. Leung, M. T. C., Lee, T. C. K., Rabie, A. B. M., & Wong, R. W. K. (2008). Use of miniscrews and miniplates in orthodontics. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, 66(7), 1461-1466.
45. Jeon, Y. J., Kim, Y. H., Son, W. S., & Hans, M. G. (2006). Correction of a canted occlusal plane with miniscrews in a patient with facial asymmetry. **American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics**, 130(2), 244-252.
46. Xun, C., Zeng, X., & Wang, X. (2007). Microscrew anchorage in skeletal anterior open-bite treatment. **The Angle orthodontist**, 77(1), 47-56.
47. Liou, E. J., Pai, B. C., & Lin, J. C. (2004). Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces?. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 126(1), 42-47.
48. Brattström, V., Ingelsson, M., & Aberg, E. (1991). Treatment co-operation in orthodontic patients. **British journal of orthodontics**, 18(1), 37-42.
49. Oh, K. T., Kim, Y. S., Park, Y. S., & Kim, K. N. (2004). Properties of super stainless steels for orthodontic applications. **Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials**, 69(2), 183-194.
50. Kuroda, S., Sugawara, Y., Deguchi, T., Kyung, H. M., & Takano-Yamamoto, T. (2007). Clinical use of miniscrew implants as orthodontic anchorage: success rates and postoperative discomfort. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 131(1), 9-15.

51. Hoste, S., Vercruyssen, M., Quirynen, M., & Willems, G. (2008). Risk factors and indications of orthodontic temporary anchorage devices: a literature review. **Australian orthodontic journal**, 24(2), 140-148.
52. Santiago, R. C., de Paula, F. O., Fraga, M. R., Assis, N. M. S. P., & Vitral, R. W. F. (2009). Correlation between miniscrew stability and bone mineral density in orthodontic patients. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 136(2), 243-250.
53. Muguruma, T., Iijima, M., Brantley, W. A., Yuasa, T., Ohno, H., & Mizoguchi, I. (2011). Relationship between the metallurgical structure of experimental titanium miniscrew implants and their torsional properties. **The European Journal of Orthodontics**, 33(3), 293-297.
54. Francioli, D., G. Ruggiero, and R. Giorgetti,(2010) Mechanical properties evaluation of an orthodontic miniscrew system for skeletal anchorage. **Progress in Orthodontics**, 11(2): p. 98-104.
55. Chaddad, K., Ferreira, A. H., Geurs, N., & Reddy, M. S. (2008). Influence of surface characteristics on survival rates of mini-implants. **The Angle orthodontist**, 78(1), 107-113.
56. Cho, Y. C., Cha, J. Y., Hwang, C. J., Park, Y. C., Jung, H. S., & Yu, H. S. (2013). Biologic stability of plasma ion-implanted miniscrews. **The Korean Journal of Orthodontics**, 43(3), 120-126.
57. Shikinami, Y., & Okuno, M. (2001). Bioresorbable devices made of forged composites of hydroxyapatite (HA) particles and poly L-lactide (PLLA). Part II: practical properties of miniscrews and miniplates. **Biomaterials**, 22(23), 3197-3211.
58. Lee, N. K., & Baek, S. H. (2010). Effects of the diameter and shape of orthodontic mini-implants on microdamage to the cortical bone. **American Journal of orthodontics and dentofacial orthopedics**, 138(1), 8-e1.
59. Wang, Y. C., & Liou, E. J. (2008). Comparison of the loading behavior of self-drilling and predrilled miniscrews throughout orthodontic loading. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 133(1), 38-43.
60. Son, S., Motoyoshi, M., Uchida, Y., & Shimizu, N. (2014). Comparative study of the primary stability of self-drilling and self-tapping orthodontic miniscrews. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 145(4), 480-485.
61. Miyazawa, K., Kawaguchi, M., Tabuchi, M., & Goto, S. (2010). Accurate pre-surgical determination for self-drilling miniscrew implant placement using surgical guides and cone-beam computed tomography. **The European Journal of Orthodontics**, 2010. 32(6): p. 735-740.

62. Su, Y. Y., Wilmes, B., Hönscheid, R., & Drescher, D. (2008). Comparison of self-tapping and self-drilling orthodontic mini-implants: an animal study of insertion torque and displacement under lateral loading. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, 24(3), 404-411.
63. Yadav, S., Upadhyay, M., Liu, S., Roberts, E., Neace, W. P., & Nanda, R. (2012). Microdamage of the cortical bone during mini-implant insertion with self-drilling and self-tapping techniques: a randomized controlled trial. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 141(5), 538-546.
64. Park, H. S., Jeong, S. H., & Kwon, O. W. (2006). Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 130(1), 18-25.
65. Benzi, R., Sutera, A., & Vulpiani, A. (1981). The mechanism of stochastic resonance. **Journal of Physics A: mathematical and general**, 14(11), p. 453.
66. McManus, M. M. (2010). Effect of mini-screw maximum insertion torque on skeletal orthodontic anchorage. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 140(3), p.93-98
67. Mortensen, M. G. (2007). A Comparison of Stability of 3 & 6 Mm Miniscrew Implants Immediately-loaded with Two Different Force Levels in the Beagle Dog (**Doctoral dissertation, Saint Louis University**).
68. Ivanoff, C. J., Sennerby, L., & Lekholm, U. (1997). Reintegration of mobilized titanium implants: An experimental study in rabbit tibia. **International journal of oral and maxillofacial surgery**, 26(4), 310-315.
69. Meredith, N. (1997). Assessment of implant stability as a prognostic determinant. **The International journal of prosthodontics**, 11(5), 491-501.
70. Sennerby, L., and Meredith, N., (2008) Implant stability measurements using resonance frequency analysis: biological and biomechanical aspects and clinical implications. **Periodontology 2000**,. 47: p. 51-66.
71. Park, C.-J., In vitro comparative study between isq and periotest values on the implant stability measurements according to the increased effective implant length. **Journal of Korean Academy of Prosthodontics**, 2001. 39(6): p. 625-632.
72. Wang, Z., Zhao, Z., Xue, J., Song, J., Deng, F., & Yang, P. (2010). Pullout strength of miniscrews placed in anterior mandibles of adult and adolescent dogs: a microcomputed tomographic analysis. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 137(1), 100-107.

73. Tseng, Y. C., Hsieh, C. H., Chen, C. H., Shen, Y. S., Huang, I. Y., & Chen, C. M. (2006). The application of mini-implants for orthodontic anchorage. **International journal of oral and maxillofacial surgery**, 35(8), 704-707.
74. Moriya, K., Maruo, Y., & Minagi, S. (2006). Does rotational strain at screw tightening affect the attainment or maintenance of osseointegration?. **Clinical oral implants research**, 17(4), 451-458.
75. Salmanlı, O., (2012) Mini-vidaların yüklenmesiyle kemikte oluşan değişikliklerin histopatolojik, histomorfometrik, immünohistokimyasal ve tomografik değerlendirilmesi, **Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi**.
76. Motoyoshi, M., Hirabayashi, M., Uemura, M., & Shimizu, N. (2006). Recommended placement torque when tightening an orthodontic mini-implant. **Clinical oral implants research**, 17(1), 109-114.
77. Serra, G., Morais, L. S., Elias, C. N., Meyers, M. A., Andrade, L., Muller, C., & Muller, M. (2008). Sequential bone healing of immediately loaded mini-implants. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 134(1), 44-52.
78. Tricio, J., van Steenberghe, D., Rosenberg, D., & Duchateau, L. (1995). Implant stability related to insertion torque force and bone density: an in vitro study. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, 74(6), 608-612.
79. Park, J. C., Lee, J. H., Lee, J. W., & Kim, S. M. (2011). Implant Stability-Measuring Devices and Randomized Clinical Trial for ISQ Value Change Pattern Measured from Two Different Directions by Magnetic RFA. **INTECH Open Access Publisher**.
80. Vannet, B. V., Sabzevar, M. M., Wehrbein, H., & Asscherickx, K. (2007). Osseointegration of miniscrews: a histomorphometric evaluation. **The European Journal of Orthodontics**, 29(5), 437-442.
81. Roberts, W. E., Helm, F. R., Marshall, K. J., & Gongloff, R. K. (1989). Rigid endosseous implants for orthodontic and orthopedic anchorage. **The Angle Orthodontist**, 59(4), 247-256.
82. Suzuki, E. Y., Suzuki, B., Aramrattana, A., Harnsiriwattanakit, K., & Kowanich, N. (2010). Assessment of miniscrew implant stability by resonance frequency analysis: a study in human cadavers. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, 68(11), 2682-2689.
83. Brinley, C. L., Behrents, R., Kim, K. B., Condoor, S., Kyung, H. M., & Buschang, P. H. (2009). Pitch and longitudinal fluting effects on the primary stability of miniscrew implants. **The Angle Orthodontist**, 79(6), 1156-1161.
84. Suzuki, E. Y., & Suzuki, B. (2011). Placement and removal torque values of orthodontic miniscrew implants. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 139(5), 669-678.

85. Reynders, R. A. M., Ronchi, L., Ladu, L., van Etten-Jamaludin, F., & Bipat, S. (2012). Insertion torque and success of orthodontic mini-implants: a systematic review. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 142(5), 596-614.
86. Okazaki, J., Komasa, Y., Sakai, D., Kamada, A., Ikeo, T., Toda, I., & Etoh, T. (2008). A torque removal study on the primary stability of orthodontic titanium screw mini-implants in the cortical bone of dog femurs. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, 37(7), 647-650.
87. Reynders, R., Ronchi, L., & Bipat, S. (2009). Mini-implants in orthodontics: a systematic review of the literature. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 135(5), 564-e1.
88. Gedrange, T., Hietschold, V., Mai, R., Wolf, P., Nicklisch, M., & Harzer, W. (2005). An evaluation of resonance frequency analysis for the determination of the primary stability of orthodontic palatal implants. A study in human cadavers. **Clinical Oral Implants Research**, 16(4), 425-431.
89. Uysal, T., Ekizer, A., Akcay, H., Etoz, O., & Guray, E. (2012). Resonance frequency analysis of orthodontic miniscrews subjected to light-emitting diode photobiomodulation therapy. **The European Journal of Orthodontics**, 34(1), 44-51.
90. Cuairán, C., Campbell, P. M., Kontogiorgos, E., Taylor, R. W., Melo, A. C., & Buschang, P. H. (2014). Local application of zoledronate enhances miniscrew implant stability in dogs. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 145(6), 737-749.
91. Han, J., Lulic, M., & Lang, N. P. (2010). Factors influencing resonance frequency analysis assessed by Osstell™ mentor during implant tissue integration: II. Implant surface modifications and implant diameter. **Clinical Oral Implants Research**, 21(6), 605-611.
92. Wu, J., Bai, Y. X., & Wang, B. K. (2009). Biomechanical and Histomorphometric Characterizations of Osseointegration during Mini-Screw Healing in Rabbit Tibiae*. **The Angle Orthodontist**, 79(3), 558-563.
93. Jeon, M. S., Kang, Y. G., Mo, S. S., Lee, K. H., Kook, Y. A., & Kim, S. H. (2008). Effects of surface treatment on the osseointegration potential of orthodontic mini-implant. **Korean Journal of Orthodontics**, 38(5), 328-336.
94. Chang, C. S., Lee, T. M., Chang, C. H., & Liu, J. K. (2009). The effect of microrough surface treatment on miniscrews used as orthodontic anchors. **Clinical Oral Implants Research**, 20(10), 1178-1184.
95. Carrillo, R., Rossouw, P. E., Franco, P. F., Opperman, L. A., & Buschang, P. H. (2007). Intrusion of multiradicular teeth and related root resorption with mini-screw implant anchorage: a radiographic evaluation. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 132(5), 647-655.

96. Owens, S. E., Buschang, P. H., Cope, J. B., Franco, P. F., & Rossouw, P. E. (2007). Experimental evaluation of tooth movement in the beagle dog with the mini-screw implant for orthodontic anchorage. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 132(5), 639-646.
97. Garcez, A. S., Suzuki, S. S., Martinez, E. F., Iemini, M. G., & Suzuki, H. (2013). Effects of low-intensity laser therapy over mini-implants success rate in pigs. **Lasers in medical science**, p.1-6.
98. Migliorati, M., Benedicenti, S., Signori, A., Drago, S., Barberis, F., Tournier, H., & Silvestrini-Biavati, A. (2012). Miniscrew design and bone characteristics: an experimental study of primary stability. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 142(2), 228-234.
99. Matsuoka, M., Motoyoshi, M., Sakaguchi, M., Shinohara, A., Shigeede, T., Saito, Y., & Shimizu, N. (2011). Friction heat during self-drilling of an orthodontic miniscrew. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, 40(2), 191-194.
100. Peltoniemi, H. H., Tulamo, R. M., Toivonen, T., Hallikainen, D., Törmälä, P., & Waris, T. (1999). Biodegradable semirigid plate and miniscrew fixation compared with rigid titanium fixation in experimental calvarial osteotomy. **Journal of Neurosurgery**, 90(5), 910-917.
101. Romanos, G. E., Toh, C. G., Siar, C. H., Wicht, H., Yacoob, H., & Nentwig, G. H. (2003). Bone-implant interface around titanium implants under different loading conditions: a histomorphometrical analysis in the Macaca fascicularis monkey. **Journal of periodontology**, 74(10), 1483-1490.
102. Melsen, B., & Verna, C. (2005, March). Miniscrew implants: the Aarhus anchorage system. In **Seminars in Orthodontics** 11(1), p. 24-31
103. Romanos, G., Toh, C. G., Siar, C. H., Swaminathan, D., Ong, A. H., Donath, K., ... & Nentwig, G. H. (2001). Peri-implant bone reactions to immediately loaded implants. An experimental study in monkeys. **Journal of Periodontology**, 72(4), 506-511.
104. Florvaag, B., Kneuertz, P., Lazar, F., Koebeke, J., Zöller, J. E., Braumann, B., & Mischkowski, R. A. (2010). Biomechanical properties of orthodontic miniscrews. An in-vitro study. **Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie**, 71(1), 53-67
105. Marquezan, M., Souza, M. M. G. D., Araújo, M. T. D. S., Nojima, L. I., & Nojima, M. D. C. G. (2011). Is miniscrew primary stability influenced by bone density?. **Brazilian oral research**, 25(5), 427-432.
106. Mischkowski, R. A., Kneuertz, P., Florvaag, B., Lazar, F., Koebeke, J., & Zöller, J. E. (2008). Biomechanical comparison of four different miniscrew types for skeletal anchorage in the mandibulo-maxillary area. **International journal of oral and maxillofacial surgery**, 37(10), 948-954.

107. Miura, K., Motoyoshi, M., Inaba, M., Iwai, H., Karasawa, Y., & Shimizu, N. (2014). A preliminary study of the effects of low-intensity pulsed ultrasound exposure on the stability of orthodontic miniscrews in growing rats. **The European Journal of Orthodontics**, 36(4), 419-424.
108. Yano, S., Motoyoshi, M., Uemura, M., Ono, A., & Shimizu, N. (2006). Tapered orthodontic miniscrews induce bone–screw cohesion following immediate loading. **The European Journal of Orthodontics**, 28(6), 541-546.
109. Inaba, M., Ejima, K., Motoyoshi, M., Arai, Y., Honda, K., & Shimizu, N. (2014). Measuring bone density at orthodontic miniscrew implantation sites using microcomputed tomography. **The International journal of oral & maxillofacial implants**, 30(2), 286-292.
110. Lemieux, G., Hart, A., Cheretakis, C., Goodmurphy, C., Trexler, S., McGary, C., & Retrouvey, J. M. (2011). Computed tomographic characterization of mini-implant placement pattern and maximum anchorage force in human cadavers. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 140(3), 356-365.
111. Woodall, N., Tadepalli, S. C., Qian, F., Grosland, N. M., Marshall, S. D., & Southard, T. E. (2011). Effect of miniscrew angulation on anchorage resistance. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 139(2), e147-e152.
112. Tirelioğlu, O., Bilgen, M. S., Atıcı, T., Yalçinkaya, U., & Bilgen, Ö. F. (2007). Tavşanda deneysel osteoartrit modelinde insan amniotik sıvısının eklem içi uygulamasının kıkırdak doku ve sinovya üzerindeki etkileri. **Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi**, 33(3), 121-125
113. Oh, J. S., Kim, S. G., Lim, S. C., & Ong, J. L. (2009). A comparative study of two noninvasive techniques to evaluate implant stability: Periotest and Osstell Mentor. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, 107(4), 513-518.
114. Lim, H. J., Eun, C. S., Cho, J. H., Lee, K. H., & Hwang, H. S. (2009). Factors associated with initial stability of miniscrews for orthodontic treatment. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 136(2), 236-242.
115. Lim, S. A., Cha, J. Y., & Hwang, C. J. (2008). Insertion torque of orthodontic miniscrews according to changes in shape, diameter and length. **The Angle Orthodontist**, 78(2), 234-240.
116. Degidi, M., Perrotti, V., Strocchi, R., Piattelli, A., & Iezzi, G. (2009). Is insertion torque correlated to bone–implant contact percentage in the early healing period? A histological and histomorphometrical evaluation of 17 human- retrieved dental implants. **Clinical oral implants research**, 20(8), 778-781.

117. Chatzigianni, A., Keilig, L., Reimann, S., Eliades, T., & Bourauel, C. (2010). Effect of mini-implant length and diameter on primary stability under loading with two force levels. **The European Journal of Orthodontics**, 33(4), p.381-7
118. Holm, L., Cunningham, S. J., Petrie, A., & Cousley, R. R. (2012). An in vitro study of factors affecting the primary stability of orthodontic mini-implants. *The Angle orthodontist*, 82(6), 1022-1028.
119. Safiya Sana, M.G., (2013). *Mini- Implant Materials: An Overview*. **Journal of Dental and Medical Sciences**, 7(2): p. 15-20.
120. Heidemann, W., Gerlach, K. L., Gröbel, K. H., & Köllner, H. G. (1998). Influence of different pilot hole sizes on torque measurements and pullout analysis of osteosynthesis screws. **Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery**, 26(1), 50-55.
121. Gupta, N., Kotrashetti, S. M., & Naik, V. (2012). A Comparitive Clinical Study Between Self Tapping and Drill Free Screws as a Source of Rigid Orthodontic Anchorage. **Journal of maxillofacial and oral surgery**, 11(1), 29-33.
122. Himmlova, L., Dostálová, T. J., Kácovský, A., & Konvičková, S. (2004). Influence of implant length and diameter on stress distribution: a finite element analysis. **The Journal of prosthetic dentistry**, 91(1), 20-25.
123. Chen, Y., Kyung, H. M., Gao, L., Yu, W. J., Bae, E. J., & Kim, S. M. (2010). Mechanical properties of self-drilling orthodontic micro-implants with different diameters. **The Angle Orthodontist**, 80(5), 821-827.
124. Motoyoshi, M., Yano, S., Tsuruoka, T., & Shimizu, N. (2005). Biomechanical effect of abutment on stability of orthodontic mini- implant. **Clinical oral implants research**, 16(4), 480-485.
125. Kim, J. W., Baek, S. H., Kim, T. W., & Chang, Y. I. (2008). Comparison of stability between cylindrical and conical type mini-implants: mechanical and histologic properties. **The Angle Orthodontist**, 78(4), 692-698.
126. Jung, B. A., Yildizhan, F., & Wehrbein, H. (2008). Bone-to-implant contact of orthodontic implants in humans—a histomorphometric investigation. **The European Journal of Orthodontics**, 30(6), 552-557.
127. Ohashi, E., Pecho, O. E., Moron, M., & Lagravere, M. O. (2006). Implant vs screw loading protocols in Orthodontics: a systematic review. **The Angle Orthodontist**, 76(4), 721-727.
128. Lim, J. W., Kim, W. S., Kim, I. K., Son, C. Y., & Byun, H. I. (2003). Three dimensional finite element method for stress distribution on the length and diameter of orthodontic miniscrew and cortical bone thickness. **Korean Journal of Orthodontics**, 33(1), 11-20.

129. Isidor, F. (2006). Influence of forces on peri- implant bone. **Clinical Oral Implants Research**, 17(S2), 8-18.
130. Woods, P. W., Buschang, P. H., Owens, S. E., Rossouw, P. E., & Opperman, L. A. (2009). The effect of force, timing, and location on bone-to-implant contact of miniscrew implants. **The European Journal of Orthodontics**, 31(3), 232-240.
131. Jackson, A., Lemke, R., Hatch, J., Salome, N., Gakunga, P., & Cochran, D. (2008). A comparison of stability between delayed versus immediately loaded orthodontic palatal implants. **Journal of Esthetic and restorative dentistry**, 20(3), 174-184.
132. Yano, S., Motoyoshi, M., Uemura, M., Ono, A., & Shimizu, N. (2006). Tapered orthodontic miniscrews induce bone–screw cohesion following immediate loading. **The European Journal of Orthodontics**, 28(6), 541-546.
133. Büchter, A., Wiechmann, D., Koerdts, S., Wiesmann, H. P., Piffko, J., & Meyer, U. (2005). Load- related implant reaction of mini- implants used for orthodontic anchorage. **Clinical oral implants research**, 16(4), 473-479.
134. Cho, I. S., Baek, S. H., & Kim, Y. H. (2013). Effects of wobbling angle on the stability measures of orthodontic mini-implants during insertion and removal procedures. **The Angle Orthodontist**, 83(6), 1009-1014.
135. Chen, Y., Shin, H. I., & Kyung, H. M. (2008). Biomechanical and histological comparison of self-drilling and self-tapping orthodontic microimplants in dogs. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 133(1), 44-50.
136. Baumgaertel, S., & Hans, M. G. (2009). Buccal cortical bone thickness for mini-implant placement. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 136(2), 230-235.
137. Gedrange, T., Hietschold, V., Mai, R., Wolf, P., Nicklisch, M., & Harzer, W. (2005). An evaluation of resonance frequency analysis for the determination of the primary stability of orthodontic palatal implants. A study in human cadavers. **Clinical oral implants research**, 16(4), 425-431.
138. **Ostell**, (2014). [http://www.osstell.com/\\$-1/file/25016-56-smartpeg-ref-list-nov-a4-6pg.pdf](http://www.osstell.com/$-1/file/25016-56-smartpeg-ref-list-nov-a4-6pg.pdf).
139. Ohta, K., Takechi, M., Minami, M., Shigeishi, H., Hiraoka, M., Nishimura, M., & Kamata, N. (2010). Influence of factors related to implant stability detected by wireless resonance frequency analysis device. **Journal of oral rehabilitation**, 37(2), 131-137.

140. Park, J. C., Kim, H. D., Kim, S. M., Kim, M. J., & Lee, J. H. (2010). A comparison of implant stability quotients measured using magnetic resonance frequency analysis from two directions: a prospective clinical study during the initial healing period. **Clinical oral implants research**, 21(6), 591-597.
141. Schätzle, M., Männchen, R., Zwahlen, M., & Lang, N. P. (2009). Survival and failure rates of orthodontic temporary anchorage devices: a systematic review. **Clinical oral implants research**, 20(12), 1351-1359.

EKLER

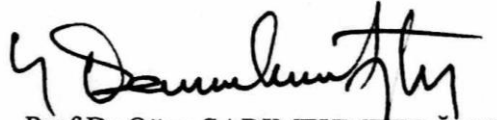
Ek.1 Etik Kurul Kararı**HAYVAN DENEYLERİ YEREL ETİK KURULU KARAR ÖRNEĞİ**

TOPLANTI TARİHİ :25/09/2013
TOPLANTI NO :2013-16
DOSYA NO :2013-100
KARAR NO :2013-16-124

Yürütücülüğünü Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof.Dr.Metin Orhan'ın yaptığı ve araştırmacı olarak Prof.Dr.Hasan Bilgili ve Dt.Berk Köni'nin katıldığı "TAVŞANLARDA ORTODONTİK MİNİ-İMLANTLARIN STABİLİTESİNİN REZONANS FREKANS ANALİZİ VE TORKMETRE İLE IN-VIVO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ" başlıklı araştırma projesinin içeriği Kurulumuzca incelenmiş olup, söz konusu çalışmanın Ankara Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu Yönergesine göre aşağıdaki kapsamda yapılmasına oy birliğiyle karar verilmiştir.

Hayvan Türü : Tavşan
 Hayvan Sayısı : 18
 Geçerlilik Süresi : 01/11/2013-06/12/2013

ASLININ AYNIDIR
25/09/2013


 Prof.Dr.Oğuz SARI MEHMETOĞLU
 A.Ü. HADYETK Başkanı



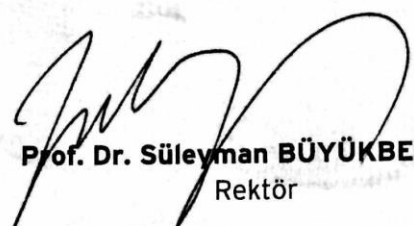
Ek.2: Hayvan Deneyleri Kursu Katılım Sertifikası



28 Mayıs-07 Haziran 2013

**XIII. DENEY HAYVANLARI
UYGULAMA VE ETİK KURSU****KATILIM SERTİFİKASI****Sayın, Berk Köni**

Gazi Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu onayı ile Gazi Üniversitesi
Laboratuvar Hayvanları Yetiştirme ve
Deneysel Araştırmalar Merkezi tarafından,
28 Mayıs-07 Haziran 2013 tarihleri arasında düzenlenen
"Deney Hayvanları Uygulama ve Etik Kursu XIII"e katılarak,
Teorik ve Pratik Eğitimleri başarı ile tamamlamış ve
bu sertifikayı almaya hak kazanmıştır.



Prof. Dr. Süleyman BÜYÜKBERBER
Rektör



Prof. Dr. Nurten TÜRKÖZKAN
Merkez Müdürü



Prof. Dr. Leyla AÇIK
Etik Kurul Başkanı

Sertifika No. 2013/13/40

Ek.3: Osstell Firmasının MTN-3 ile İlgili Test ve Onay Belgesi



Date
2013-08-28

Page
1 (1)

Prepared by
Anders Petersson

Sign

Approved by

Sign

Test of SmartPeg Type 50 with orthodontic miniscrews from Professor Dr. Metin Orhan

Tested material:

Orthodontic miniscrew, type 'MTN 3' (UBB code: 8698606179538, Ref. Num: MPI-1-1612).
SmartPeg Type 50

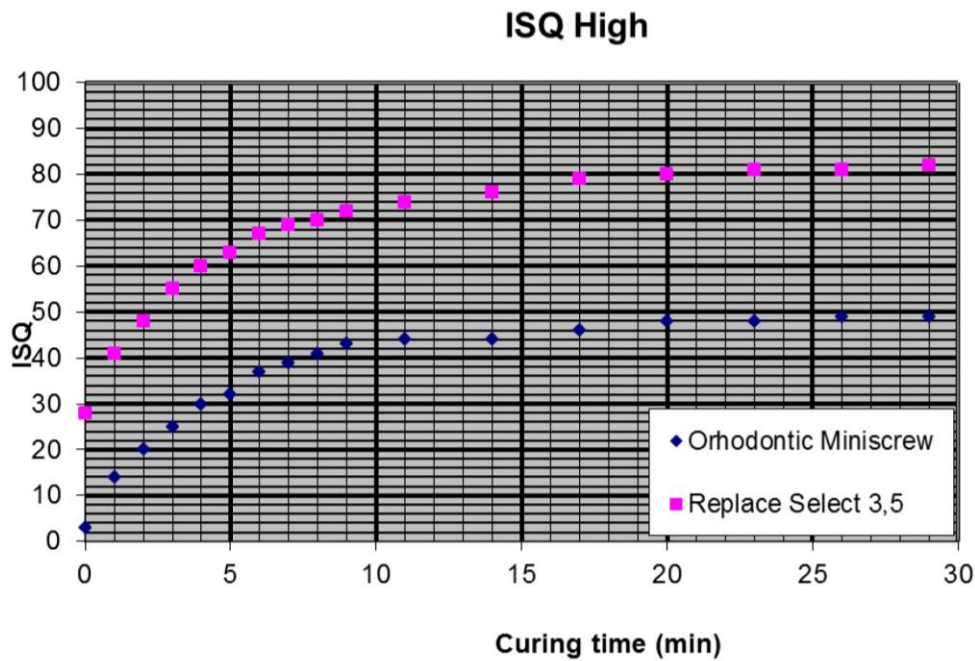
Reference:

Nobel Replace Select 3.5 x 10 mm implant
SmartPeg Type 12

Test

The test has been performed according to Osstell standard test procedure for SmartPegs, in curing plaster.

Measurement result



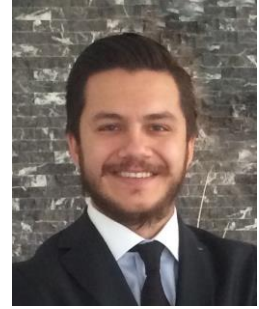
Conclusion

SmartPeg Type 50 seems to work well in this *in-vitro* situation. However, the ISQ values are low compared to a standard dental implant.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı,Adı : KÖNİ, Berk
 Uyuğu : T.C.
 Doğum Tarihi ve Yeri : 03/08/1987, Çankaya
 Medeni Hali : Bekar
 Telefon : 0 312 203 42 91
 e-posta : koniberk@hotmail.com



Eğitim Derecesi	Okul/Program	Mezuniyet Yılı
Doktora	Gazi Üniversitesi/Ortodonti AD	2015
Lisans	Gazi Üniversitesi/Diş Hekimliği	2009
Lise	TED Ankara Koleji Vakfı Özel Lisesi	2004
Ortaokul	TED Ankara Koleji Vakfı Özel Ortaokulu	2001
İlkokul	TED Ankara Koleji Vakfı Özel İlkokulu	1998

Yabancı Dil

İngilizce (iyi Düzeyde)

Fransızca (Başlangıç Düzeyde)

Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar

Türk Diş Hekimleri Birliği

Ankara Diş Hekimleri Odası

Bilimsel Etkinlikler

Yayınlar:

1. Ozyemisci N, Köni B, Doğan A. (2009) Torus Mandibularis varlığında kısmi dişsiz bir hastanın protetik rehabilitasyonu; olgu sunumu. Cumhuriyet Dental Journal; Cilt:12 Sayı:2 144-146.



GAZİ GELECEKTİR..